



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Master en Ingeniería de Montes**

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL  
Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA  
FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)**

Alumno: Diego Álvarez González

Tutor: Dr. Felipe Bravo Oviedo  
Director: Dr. Ronnie de Camino Velozo

Septiembre de 2014



## ÍNDICE

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Motivación.....	3
1.2 Forestería de Ingreso Sostenible (FIS).....	4
1.3 Modelo FIS en plantaciones forestales: análisis de caso.....	5
2 OBJETIVOS.....	7
3 ÁREA DE ESTUDIO.....	8
3.1 Localización.....	8
3.2 Clima.....	10
3.3 Edafología.....	11
3.4 Hidrografía.....	12
3.5 Vegetación.....	13
3.6 Fauna.....	14
3.7 Socioeconomía.....	14
4 ANÁLISIS DE LA FINCA.....	16
4.1 Información general.....	16
4.1.1 Estado legal.....	16
4.1.2 Comunicaciones.....	17
4.1.3 Personal.....	17
4.1.4 Descripción de superficies.....	18
4.2 Sistema Forestal.....	22
4.2.1 Antecedentes.....	22
4.2.2 Caracterización de las especies forestales.....	23
4.2.3 El problema de <i>Hypsipyla grandella</i> (Zeller).....	29
4.2.4 El sistema de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en Costa Rica.....	32
4.2.5 Estado actual.....	37



4.3	Sistema Agrícola.....	39
4.3.1	Antecedentes.....	39
4.3.2	Caracterización de la especie agrícola.....	39
4.3.3	Mercado.....	41
4.3.4	Estado actual.....	41
4.4	Sistema Ganadero.....	43
4.4.1	Estructura de la cabaña ganadera y carga animal.....	43
4.4.2	Sistema de producción y superficie de explotación.....	43
4.4.3	Infraestructura existente y personal.....	45
4.4.4	Alimentación y manejo sanitario.....	46
5	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	47
5.1	Introducción.....	47
5.2	Determinación del periodo de análisis.....	48
5.3	Estructura de Ingresos.....	48
5.4	Estructura de Costos.....	51
5.5	Flujo de Caja.....	53
5.6	Estimación de los indicadores financieros.....	54
6	PROPUESTAS DE ACTUACIÓN.....	57
6.1	Identificación de la problemática.....	57
6.2	Acciones propuestas.....	58
7	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	ANEJOS.....	63
	ANEJO N°1. INVENTARIO FORESTAL CONTINUO.....	65
	ANEJO N°2. ANEJO FOTOGRÁFICO.....	78
	PLANOS.....	85



## 1 INTRODUCCIÓN

Cuatro millones de hectáreas de bosques nativos son deforestados cada año en América Latina y el Caribe, proceso que continúa a un ritmo preocupante, que deriva en consecuencias económicas, sociales y ambientales de gran magnitud (FAO, 2007).

Como contrapartida a este escenario poco alentador existe una gran diversidad de experiencias que demuestran que la reforestación y el manejo forestal con criterios de sostenibilidad es alcanzable y representa una opción altamente competitiva en los diferentes contextos en que se desarrollan (Sabogal y Casaza 2010). Pequeños y medianos productores, aplican principios, técnicas y experiencias prácticas que les están permitiendo, mantener el bosque en pie, obtener beneficios y contribuir al desarrollo rural de zonas empobrecidas. Estas experiencias deben ser documentadas para mejorar el conocimiento del manejo sostenible y puedan servir de ejemplo para muchas otras iniciativas en la región y así contrarrestar el problema de la deforestación.

Uno de esos ejemplos es el que se presenta a continuación. En el siguiente proyecto se analizará la gestión llevada a cabo en una hacienda situada en la localidad de Tres Equis, en la República de Costa Rica. Entre los años 2007 y 2009 se estableció una plantación forestal de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y cedro (*Cedrela odorata* L.) que fue combinada los dos primeros años con un cultivo agrícola, culantro coyote (*Eryngium foetidum* L.), encontrándose en la actualidad pastoreada por ganado vacuno. En el siguiente análisis se estudiarán los diferentes sistemas (forestal, agrícola y ganadero) que intervienen, con el objetivo de poder documentar y evaluar financieramente dicho manejo, planteando propuestas de mejora para orientar al productor hacia una gestión más eficiente y sostenible.

### 1.1 Motivación

Con el ánimo de buscar nuevas realidades del mundo forestal, el autor del presente trabajo se embarca en este proyecto gracias a una beca de movilidad internacional, en virtud del convenio de colaboración entre el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica y la Universidad de Valladolid.



El CATIE es una organización internacional dedicada a promover el desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales de los trópicos americanos, estimulando la investigación y enseñanza en agricultura, forestería y otras ciencias relacionadas.



Foto 1. Edificio principal de CATIE

Dentro de la institución, el trabajo ha sido promovido por la cátedra de Gestión Forestal Territorial, creada en el año 1999 y dirigida por el profesor Ronnie de Camino Velozo. Una de las líneas de investigación que desarrollan, analiza diferentes ejemplos de fincas que siguen una estrategia de gestión que denominan “Forestería de Ingreso Sostenible”.

## 1.2 Forestería de Ingreso Sostenible (FIS)

En la actividad forestal uno de los factores más determinantes para el propietario es el tiempo. Los dueños de terrenos forestales deben esperar un amplio periodo de tiempo en donde no se reciben apenas ingresos y sin embargo tienen que cubrir una alta inversión inicial y costes de mantenimiento (Vallejo *et al.* 2004). Esto genera, sobre todo en pequeños y medianos productores una visión poco atractiva del uso forestal de sus terrenos, decantándose por otras actividades agrícolas o ganaderas en donde los ingresos se inician poco después de la inversión inicial.

En ocasiones también se tiene una visión reduccionista de los sistemas forestales. Por un lado se viene formando la idea de los bosques como un sistema productivo únicamente dedicado a la producción de madera, sin darle importancia a otros usos de la tierra durante el periodo de rotación forestal. Por otro lado las organizaciones ecologistas únicamente se centran en dar el máximo énfasis a los servicios ambientales que genera el bosque, dejando fuera el desarrollo de toda la población local que habita alrededor de ellos.

Estas situaciones pueden ser corregidas con un elemento importante dentro de la gestión forestal: el uso múltiple del bosque. Muchos propietarios de bosques y tierras forestales de América Latina han utilizado este principio para solucionar en parte, la

falta de recursos durante el periodo de explotación forestal (Guariguata 2013). La estrategia utilizada consiste en incorporar cultivos anuales o perennes bajo el dosel de copas que forman los bosques naturales o las plantaciones, aprovechando las diferentes intensidades de luz que se generan durante todo el ciclo de vida. De forma adicional se buscan también otro tipo de ingresos como los derivados de aprovechamientos ganaderos o incentivos forestales como los Pagos por Servicios Ambientales (PSA) que desarrollan algunos países como Costa Rica.

Esta estrategia de gestión es lo que se define como “Forestaría de Ingreso Sostenible (FIS)” donde el objetivo es enriquecer los sistemas forestales con elementos agrícolas, pecuarios, PSA... para conseguir que el flujo de caja cierre en cada periodo de forma positiva (de Camino *et al.* 2013).

Este concepto puede sonar similar a toda una ciencia como es la agroforestería que busca combinar árboles, cultivos y animales (Nair 1983). Cuando se habla de un sistema agroforestal se parte de un diseño pensando en las componentes forestal, agrícola y/o pecuaria, donde normalmente las actividades agrícolas tienen mayor peso en la generación de rentas. En cambio el modelo FIS es una estrategia de gestión donde la producción forestal es el principal componente de la matriz productiva, y en donde se introducen otros elementos intercalados para disminuir los costos de la actividad principal, generando ingresos para el propietario durante todo el ciclo de rotación de la madera.

### **1.3 Modelo FIS en plantaciones forestales: análisis de caso**

Habitualmente una plantación en el trópico tiene un esquema económico en el que existen costos a lo largo de todo el turno y dos o tres momentos (raleos y corta final) en el que flujo de caja es positivo.

El caso que a continuación se describe muestra que otro manejo es posible, aplicando el concepto de FIS y rompiendo el paradigma de establecer una plantación y darle el mantenimiento requerido hasta la cosecha final, sin realizar ningún otro uso alternativo a la tierra en el ciclo de vida de la explotación forestal. A continuación se enumeran algunas de las características de la finca analizada que corresponden al concepto de FIS anteriormente definido:



- ✚ La actividad forestal es la matriz productiva principal con una plantación de caoba y cedro en una etapa intermedia en donde el dosel de copas se está cerrando y próximo a su primer raleo.
- ✚ Los dos primeros años, para aprovechar la no competencia en luz de los árboles, se cultivó culantro coyote obteniéndose un ingreso importante en los primeros años de establecimiento, donde los costos por la inversión inicial son elevados, mejorando así el flujo de caja.
- ✚ La finca también obtuvo otros ingresos los primeros años (los más pesados financieramente) con el sistema de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) del gobierno de Costa Rica.
- ✚ Actualmente la finca se encuentra pastoreada por ganado vacuno propiedad del dueño de la hacienda, generando así otro pequeño ingreso anual.
- ✚ Se crean sinergias entre el cultivo de árboles y las demás actividades agropecuarias como el ahorro en chapeas (desbroces o limpieas del sotobosque) o el mayor seguimiento y control de la plantación forestal en los primeros años de vida, donde son más susceptibles al ataque de plagas, gracias al cultivo de culantro.

## 2 OBJETIVOS

Los principales objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Caracterizar y documentar la gestión integrada de una propiedad en Costa Rica, describiendo todos los sistemas (forestal, agrícola y ganadero) que intervienen en el proceso de manejo de la finca.
- Analizar financieramente este manejo, aplicando los métodos tradicionales de evaluación financiera (VAN, TIR y B/C).
- Elaborar una serie de propuestas de actuación a los problemas encontrados en la finca, proporcionando alternativas que orienten al propietario en la toma de decisiones sobre el futuro de su explotación.



### 3 ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1 Localización

Costa Rica ocupa el centro del Istmo Centroamericano. Limita al este y noreste con el mar Caribe; al oeste y sur con el océano Pacífico; al sureste con Panamá y al norte con Nicaragua. Cuenta con una superficie de 51.100 km<sup>2</sup>.

La división territorial de Costa Rica comprende siete provincias subdivididas en 81 cantones y estos, a su vez, en 463 distritos.

**Tabla 1.** División territorial de Costa Rica en Provincias, Cantones y Distritos

PROVINCIA	Nº CANTONES	Nº DISTRITOS	AREA (Km <sup>2</sup> )
San José	20	118	4.965,90
Alajuela	15	108	9.757,53
Heredia	10	46	2.656,98
Cartago	8	48	3.124,67
Puntarenas	11	57	11.265,69
Guanacaste	11	59	10.140,71
Limón	6	27	9.188,52



**Figura 1.** Mapa de Provincias y Cantones de Costa Rica

Desde el punto de vista político-administrativo la finca objeto de estudio se encuentra en la provincia de Cartago. Dentro de esta provincia se sitúa en el Cantón de Turrialba, Distrito Tres Equis.

La localización geográfica de Tres Equis es la siguiente:

- ✚ 09°57'42" Latitud N
- ✚ 83°34'23" Longitud O



Figura 2. Mapa Cantonal de Cartago

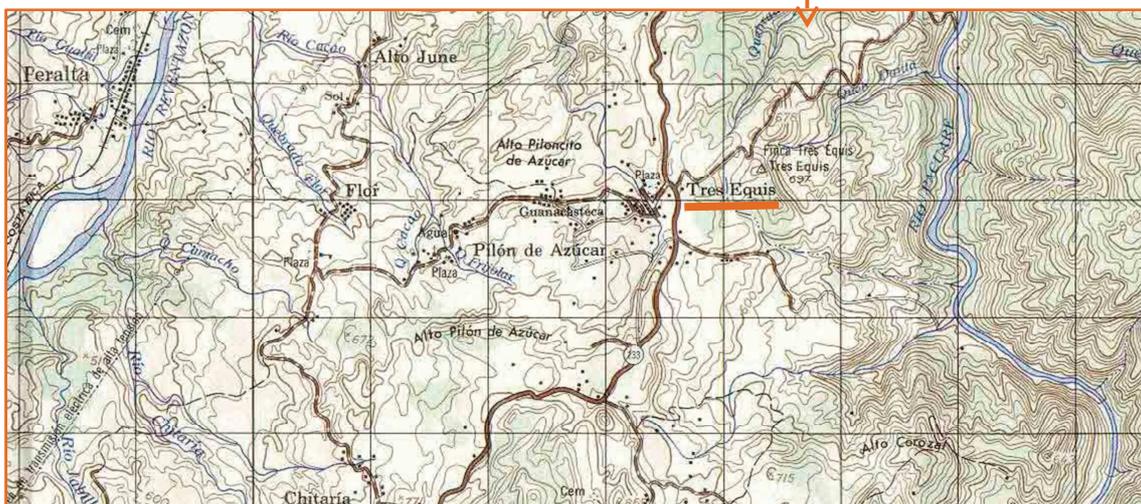


Figura 3. Hoja cartográfica: Tucurrique 3445 I.



### 3.2 Clima

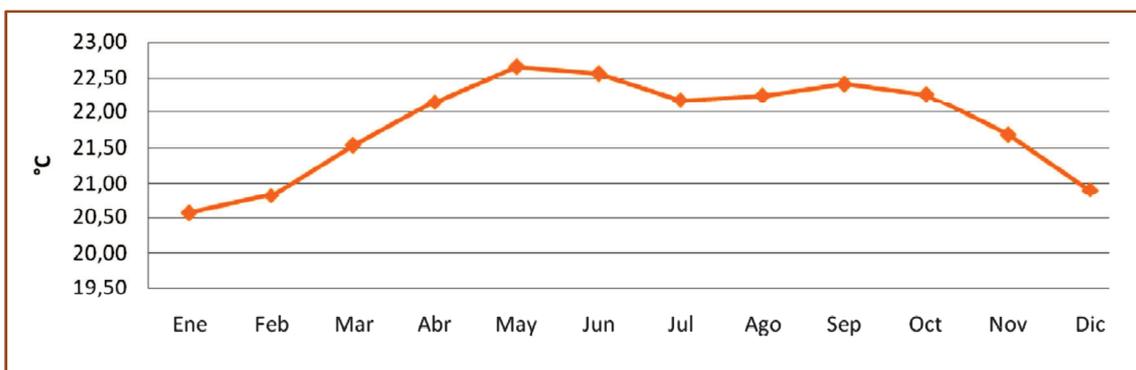
Costa Rica es un país tropical situado entre dos océanos y con una geografía compleja que origina variadas condiciones climáticas y dan lugar a zonas de vida que van desde el bosque tropical seco hasta el páramo.

Si bien en el país no hay estaciones climáticas definidas y el clima de cada región se mantiene relativamente estable durante todo el año, se presentan ligeros cambios según sea época de "verano" (temporada seca, de diciembre a abril) o "invierno" (temporada lluviosa, de mayo a noviembre).

El clima de la zona de estudio es cálido, húmedo y excesivamente lluvioso. La estación climatológica del CATIE ubicada a 602 metros sobre el nivel del mar (msnm) y a menos de 12 kilómetros de la finca, reporta los siguientes resultados:

#### ➤ Temperatura

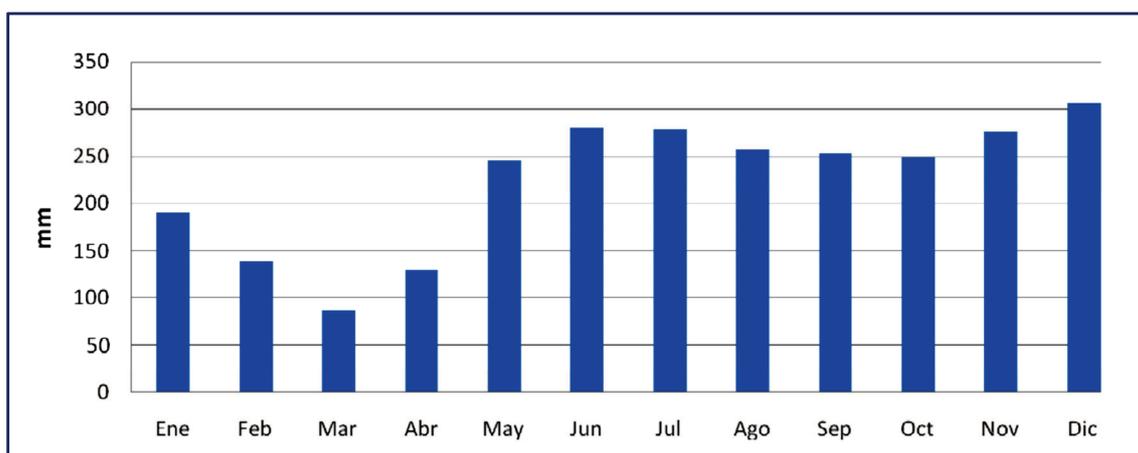
En cuanto a la temperatura, el promedio anual registrado por la estación de CATIE es de 21,8°C con máximas de 27,5°C y mínimas de 18°C. Los meses más cálidos se dan entre abril y octubre, mientras que los meses más fríos corresponden con diciembre, enero y febrero.



**Figura 4.** Datos de temperatura promedio anual registrados en la estación CATIE entre los años 1958 al 2007

### ➤ Precipitación

En el Valle de Turrialba, el régimen promedio de lluvias acumuladas es de 2693,1mm. Entre los meses de mayo y diciembre se concentran los índices más altos, siendo diciembre el mes más lluvioso del año; por otro lado hay cuatro meses secos (de enero a abril) en donde marzo se reporta como el mes más seco del año.



**Figura 5.** Datos de precipitación promedio anual registrados en la estación CATIE entre los años 1958 al 2007

### ➤ Humedad relativa, viento y niebla

La alta pluviosidad en la zona provoca una humedad relativa del 88,1% en casi todos los meses del año. Existe una diferencia de 4,5% entre el mes de mayor humedad relativa (julio) y el de menor humedad relativa (marzo).

Los vientos predominantes en la zona alcanzan una velocidad promedio mensual de 0.81 m/s.

La neblina es de ausente a moderada y se presenta algunos días durante la época de lluvias en especial por la mañana.

## 3.3 Edafología

En general, los suelos que se encuentran en la zona son de desarrollo *in situ* de los órdenes Entisoles, Inceptisoles y Ultisoles. Corresponden con suelos de áreas montañosas, especialmente con relieves pronunciados y fuertes pendientes. Estos suelos se han desarrollado bajo intensas precipitaciones y altas temperaturas que los

han sujetado a una intensa erosión laminar de la capa fértil (Brenes *et al.* 1999).

Según observaciones de campo realizadas durante las visitas realizadas a la finca los suelos en el área son frecuentemente surcados por drenajes profundos que crecen en épocas lluviosas, causando erosión del suelo.

La textura es media a finas desde franco arenoso a arcillosos. En general hay poca presencia de piedras o rocas, exceptuando zonas de cerros y altos que se excluyeron de las áreas a reforestar.

### 3.4 Hidrografía

El sistema hidrológico del área de estudio presenta una compleja red de ríos que corresponde con las subvertientes Caribe y Norte de la vertiente del Caribe. Existen cinco cuencas hidrográficas donde la principal es el sistema Reventazón-Parismina, seguido del sistema Pacuare. (Canet, 2008).

**Tabla 2.** Cuencas hidrográficas presentes el área de estudio

NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)	%
Río Madre de Dios	2721,02	2
Río Matina	6365,22	6
Río Pacuare	29530,71	26
Río Chirripó	727,85	1
Río Reventazón-Parismina	75272,30	66
<b>TOTAL</b>	<b>114617,10</b>	<b>100</b>

Tanto el río Pacuare como el río Reventazón discurren a escasos kilómetros de la finca objeto de estudio, convirtiendo a la zona de Tres Equis en un lugar importante en cuanto a la conservación de una red hidrológica abundante y objeto prioritario de reforestación.

### 3.5 Vegetación

El área de estudio pertenece a la zona de vida y piso altitudinal: Bosque Pluvial Premontano.

Es un bosque de altura media, con dos estratos y suelos bien drenados. Los árboles del dosel son caducifolios durante la estación seca, miden entre 30 y 40 m de alto, las copas son redondas en forma de sombrillas o con ramas rectas. El subdosel es muy denso, los árboles miden entre 15 y 25 m de altura, con troncos delgados. El sotobosque es denso y frecuentemente se confunde con el subdosel, con árboles que miden entre 8 y 15 m de altura. El estrato de arbustos es de 2 a 3 m de alto, las palmeras son comunes y la cubierta del suelo está formada por helechos, selaginellas y hierbas de hojas anchas. Son comunes las epifitas, bejucos leñosos, hierbas trepadoras y musgos (Janzen 1991).

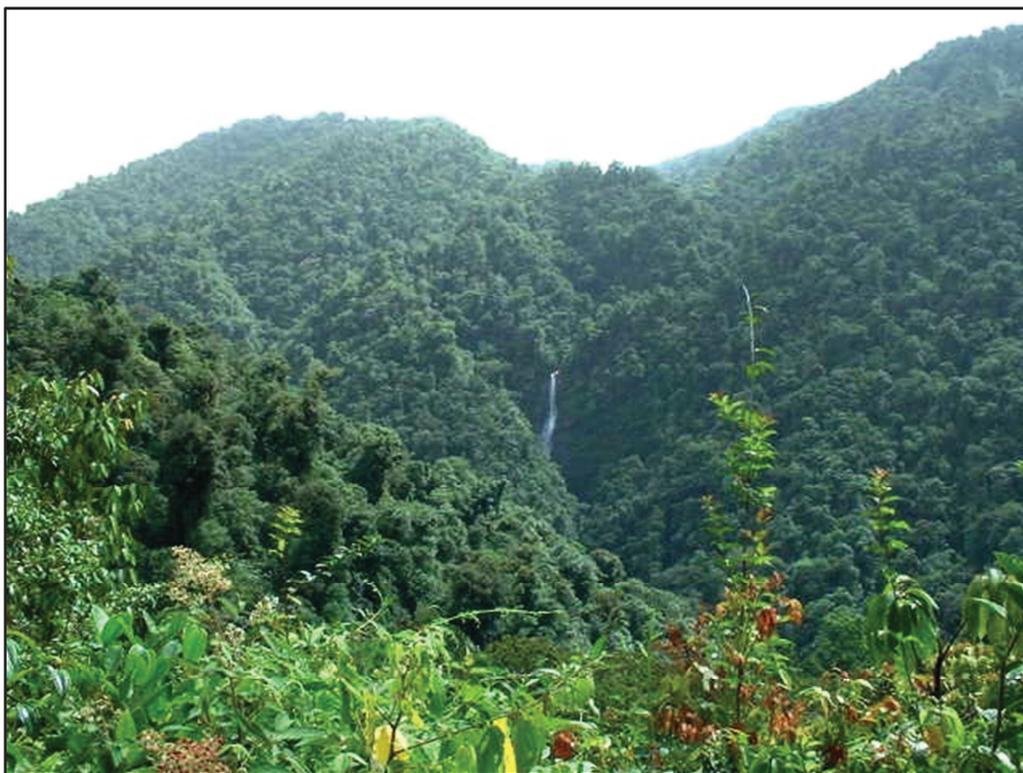


Foto 2. Bosque Pluvial Premontano

Las especies más frecuentes de este ecosistema son: *Ulmus mexicana* (tirá), gran cantidad de géneros de la familia *Myrtaceae*, *Merlasatomataceae*, *Rosaceae* y *Lauraceae*. También comienza a presentarse individuos del género *Quercus* que luego llegan a dominar estos bosques de altura.

### 3.6 Fauna

La zona de estudio forma parte del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca (CBVC-T) que a su vez pertenece a la región Atlántica.

Biogeográfica es la región de mayor riqueza en aves y mamíferos de Costa Rica. La estabilidad climática que impera a lo largo del año (precipitación, temperatura y humedad) aunado al gradiente altitudinal que presenta la zona, permiten el establecimiento de especies con diversos rangos altitudinales de distribución. Por otro lado, de las 1517 especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios presentes en el país, se espera que por su rango altitudinal y dispersión estén presentes en el Corredor Biológico (CB) alrededor de 889 especies, lo que representa el 58.6% de la diversidad de vertebrados del país (Canet 2008).

### 3.7 Socioeconomía

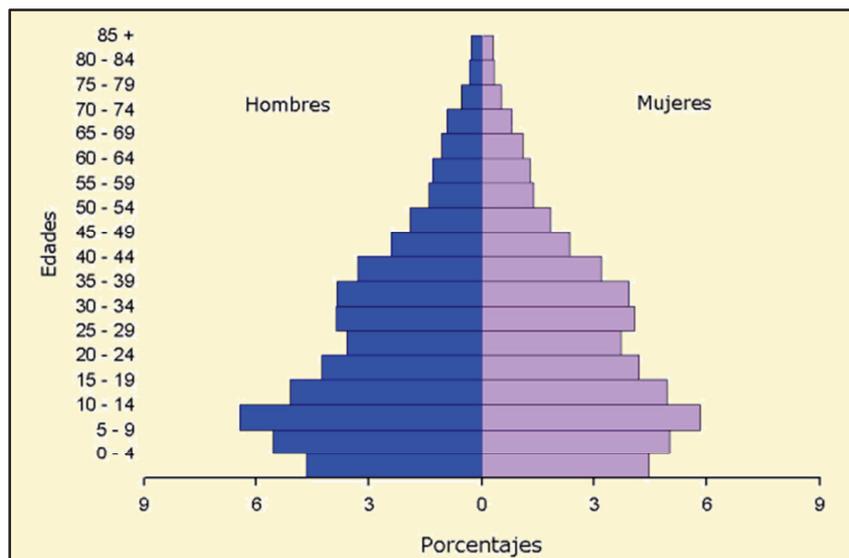
La región de Turrialba posee una población total de 69.616 habitantes, con una densidad de 28,96 habitantes/Km<sup>2</sup>, según los datos aportados por el censo de 2011 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Costa Rica.

En los últimos tiempos la región de Turrialba se encuentra en una situación de estancamiento económico asociado principalmente con la baja en la rentabilidad de dos de sus principales actividades productivas agrícolas: la producción de café y caña de azúcar. Los efectos de esta situación se han reflejado en una de las tasas de crecimiento poblacional más bajas del país con un 0,1. En el 2000 Turrialba tenía 68.510 habitantes, mientras que en el 2011 se totalizaron 69.616 personas. En 11 años la población únicamente aumentó en 1.106 personas.

La población más importante del cantón es la ciudad de Turrialba con 26.829 habitantes, lo que representa un 38% de la población total del cantón. El distrito de Tres Equis donde se localiza la finca posee una población de 1808 personas.

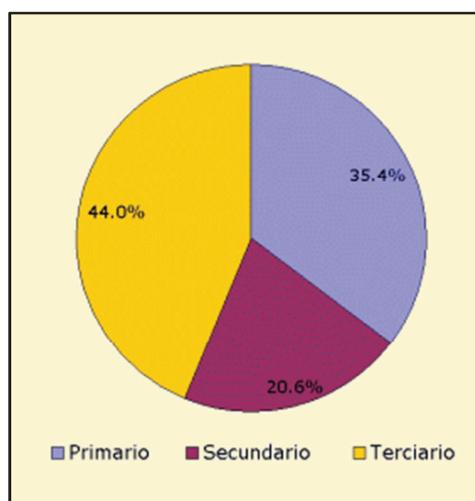
En total las mujeres alcanzan ser 35.201, mientras que los hombres son 34.415. Existe una diferencia de 786 mujeres más. La pirámide poblacional del cantón de Turrialba refleja una alta natalidad y mortalidad, con una proporción de hombres y mujeres similar en muchas de las franjas de edad.





**Figura 6.** Distribución de la población por sexo y edad del Cantón de Turrialba. Censo 2011

El cantón de Turrialba se caracteriza por ser una zona eminentemente rural con numerosas poblaciones distribuidas por todo su territorio. Presenta una distribución de la población activa, en la cual un 44% se dedica al sector terciario, un 35,4% al sector primario y un 20,6% al sector secundario.



**Figura 7.** Porcentaje de población ocupada por sector de actividad en el cantón de Turrialba. Censo 2011.

La actividad comercial es importante en la ciudad de Turrialba. Destaca una incipiente actividad turística debido a la cercanía de los ríos Pacuare y Reventazón, muy conocidos entre los amantes de los deportes de aventura por su gran belleza escénica y sus espectaculares rápidos. La actividad industrial se concentra en el procesamiento de productos agrícolas, la explotación de cal y la producción de cemento.

## 4 ANÁLISIS DE LA FINCA

### 4.1 Información general

Las actividades desarrolladas en la finca pertenecen al sector primario abarcando los tres subsectores más importantes: agrícola, forestal y ganadero. También existe, aunque no se ha estudiado en el presente trabajo, actividades del sector secundario dentro de la finca, como las instalaciones de empackado de culantro coyote, en donde se realiza todo el procesado y preparación de los rollos de hojas para su posterior comercialización.



Foto 3. Empacadora de Culantro de la finca. Procesado y almacenaje

A continuación se proporciona datos de interés de la finca y se desarrolla el análisis de las tres componentes objeto de estudio.

#### 4.1.1 Estado legal

La propiedad de las fincas objeto de estudio pertenece a D. Enrique Grana Enciso.

El terreno no se encuentra dentro de ningún área silvestre protegida determinadas por el Ministerio de Medio Ambiente de Costa Rica (MINAE) pero si dentro de otras figuras de gestión y desarrollo como el Corredor Biológico Volcánica Central – Talamanca que busca restablecer y mantener la conectividad biológica entre las reservas de la biósfera Cordillera Volcánica Central y La Amistad.

También se encuentra dentro del ámbito de actuación del Bosque Modelo Reventazón que procura un desarrollo sostenible de la zona centrándose en la gestión conjunta y participativa de los bosques.

#### 4.1.2 Comunicaciones

La hacienda se sitúa en el término municipal de Tres Equis. Para llegar se debe tomar la “ruta 10”, carretera que discurre entre Cartago y Siquirres. Una vez en el pueblo de Tres Equis, se debe desviar hacia el pueblo de La Flor por un camino de piedra o ripio unos 4 kilómetros. En el lado derecho de ese camino se encuentran los límites de las diferentes fincas que componen la propiedad estudiada.

Las fincas cuentan con caminos internos de acceso a las diferentes áreas reforestadas, patizales, terrenos agrícolas...

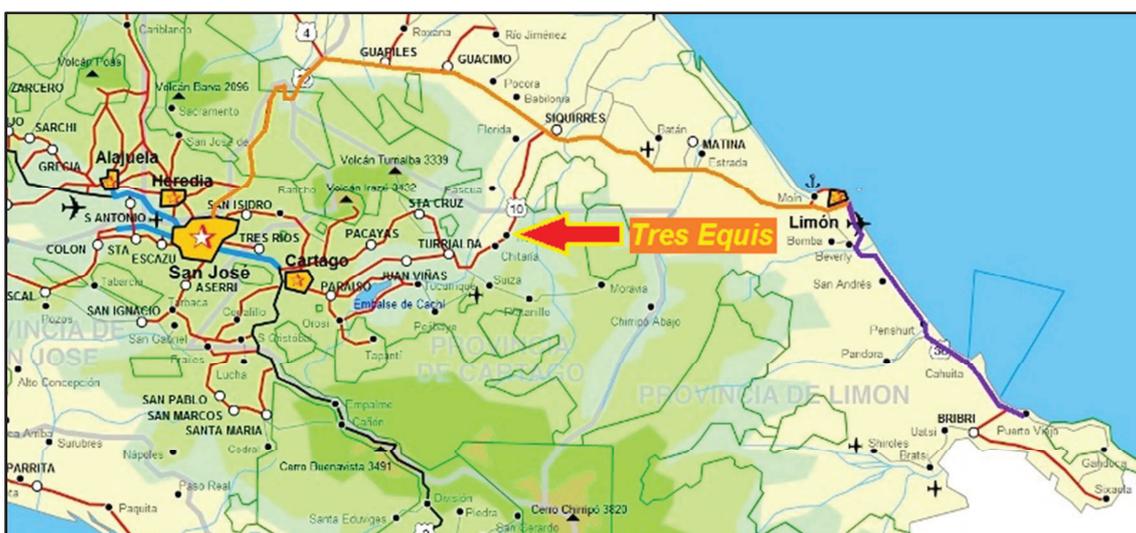


Figura 8. Mapa de Comunicaciones hacia Tres Equis.

#### 4.1.3 Personal

Actualmente trabajan en la finca una cuadrilla de unos siete operarios más un capataz que se dedican la mayor parte del tiempo a labores agronómicas (siembra, fertilización, deshierbas...) del culantro. También realizan chapeas (limpieza o desbroce) de la superficie forestal y de pastos aproximadamente una vez al año.

La administración de la finca la realizan dos personas, una de forma permanente en la finca ejecutando las órdenes planificadas y otra dedicada más a la administración y contabilidad.

También existe una persona dedicada exclusivamente a la cabaña ganadera.

#### 4.1.4 Descripción de superficies

La superficie total de la propiedad asciende a 207 hectáreas divididas según catastro, en tres fincas individuales:

- El June,
- Agroturrialba
- García y Núñez.



Figura 9. Mapa de situación de las fincas

A continuación se describen de forma detallada las diferentes fincas que componen la propiedad:

##### ➤ **El June**

Se trata de una finca de grandes dimensiones (86 ha) que tiene una vocación claramente forestal.

En el pasado esta finca fue plantada de Macadamia (*Macadamia integrifolia*), con importancia comercial por su nuez comestible. De aquella época aún se pueden observar las terrazas construidas en lugares de pendientes fuertes, que seguían a modo de carriles las líneas de máxima pendiente.

Actualmente la finca se encuentra dividida en dos lotes determinados por la especie forestal plantada. El área reforestada con cedro asciende a 39 ha y la parte de caoba ocupa un espacio de 32 ha.

La edad de la plantación varía entre 6 y 7 años según rodales con un marco de plantación de 3x4 lo que supone una densidad inicial de 833 pies/ha.

Dentro del área total de la finca se excluyeron determinadas superficies que no fueron aptos para la siembra (Ver plano nº2 "Superficies finca El June").

**Tabla 3.** Superficies que se excluyeron de la reforestación

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	SUPERFICIE (HA)
Cerro June	3,12
Cerro Camacho	1,47
Áreas de mal drenaje	1,55
Bosque	7,26
Infraestructura (caseta, vivero...)	0,74
<b>TOTAL AREA NO EFECTIVA</b>	<b>14,14</b>

Dentro de esta finca existen dos pequeñas áreas de unas 2 ha en donde se ha instalado un ensayo de cacao, con una densidad de 2000 plantas/ha bajo el dosel de copas de la caoba.

### Limites

Las superficies colindantes de la finca son las siguientes:

**Tabla 4.** Limites finca June

<b>Norte</b>	Rio Calvario
<b>Sur</b>	Finca García y Núñez
<b>Este</b>	Propiedad privada
<b>Oeste</b>	Camino publico

➤ **Agroturrialba**

Se trata de la finca con mayor área registrada (110ha) con gran variedad de superficies dedicadas a diversos usos.

En su mayoría son terrenos cubiertos de pastos o potreros dedicados a la alimentación de la cabaña ganadera. Se encuentran vallados perimetralmente con cerca de alambre y poseen nacientes que suministran agua durante todo el año al ganado vacuno de la finca. También existen pequeñas superficies sembradas de culantro coyote a pleno sol, sin asocio de especies de sombra que nutren de materia prima a la empacadora cercana situada al sur de la finca.

Distribuidos en tres lotes individuales de diferentes superficies se encuentran las áreas dedicadas a la reforestación con la especie caoba (ver plano nº 3 “Superficies finca Agroturrialba”).

**Tabla 5.** Distribución de superficies en Agroturrialba

<b>NOMBRE DEL LOTE</b>	<b>SUPERFICIE</b>
Marginata 1	1.292 ha
Marginata 2	6.213 ha
Ceibo	9.485 ha
<b>TOTAL</b>	<b>16.990 ha</b>

La nomenclatura utilizada para la descripción de las superficies hace referencia a la variedad de la planta utilizada para la reforestación.

Limites

Las superficies colindantes de la finca son las siguientes:

**Tabla 6.** Limites finca Agroturrialba

<b>Norte</b>	Finca June
<b>Sur</b>	Propiedad privada y camino público
<b>Este</b>	Propiedad privada
<b>Oeste</b>	Propiedad privada y camino público

➤ **García y Núñez**

Es la más pequeñas de las fincas con 10.4 hectáreas de las que 8,04 se encuentran reforestadas con plantaciones puras de caoba y plantaciones mixtas de caobas y palmeras.

Esta mezcla no responde a ningún criterio de complementariedad entre especies. Las palmeras fueron plantadas para su comercialización a empresas y particulares como elementos decorativos vivos en jardines de hoteles, parques públicos... trasplantándose a raíz desnuda desde la finca al destino de venta.

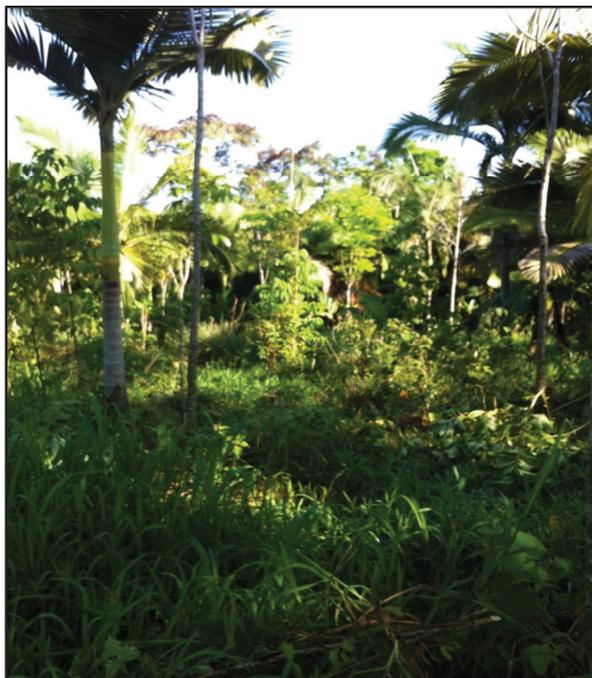


Foto 4. Mezcla de caoba con palma

Las 2.36 hectáreas restantes se encuentran cubiertas de pastizales, matorral y pequeños bosquetes de poró (*Erythrina* spp.) que se excluyeron del área a plantar (ver plano nº 4 “Superficies finca García y Núñez”).

Limites

Las superficies colindantes de la finca son las siguientes:

Tabla 7. Limites finca García y Núñez

<b>Norte</b>	Finca June
<b>Sur</b>	Propiedad privada
<b>Este</b>	Finca Agroturrialba
<b>Oeste</b>	Camino público

## 4.2 Sistema Forestal

### 4.2.1 Antecedentes

La componente forestal ocupa una superficie total productiva de 95,11 hectáreas. Esta superficie fue plantada entre los años 2007-2009 con dos especies de madera noble como son caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y cedro amargo (*Cedrela odorata* L.).

Este tipo de especies, no son habituales en plantaciones de Costa Rica, debido fundamentalmente a la susceptibilidad que tienen al taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* Zeller., una plaga muy difícil de controlar, que causa importantes daños económicos.

Desde noviembre de 2003, *Swietenia macrophylla* es parte de la lista del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). Este apéndice señala que esta especie es sobreexplotada y está en peligro de extinción. En Costa Rica el aprovechamiento de caoba está prohibido en bosques naturales, no así en plantaciones como la estudiada que posee todos los permisos legales y cuenta con un número de expediente debido a que en sus inicios se acogió al programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) que desarrolla el gobierno de Costa Rica y se explica con detalle más adelante.

El interés de los árboles plantados radica en el alto valor económico que alcanzan en el mercado, siendo la caoba una de las especie más cotizadas en el mundo debido a la calidad y color de la madera.

La densidad inicial de la plantación fue de 833 árboles por hectárea, en un marco de 4x3. Los dos primeros años, coincidiendo con el cultivo agrícola simultaneo de culantro coyote se repusieron las plantas dañadas por plagas, trabajos agrícolas...

A continuación se detalla con más profundidad todos los aspectos comentados anteriormente y las principales características de las especies forestales presentes en la finca.



## 4.2.2 Caracterización de las especies forestales

### 4.2.2.1 Caoba

#### ➤ Taxonomía

<b>REINO</b>	<i>Plantae</i>
<b>DIVISION</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>CLASE</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>ORDEN</b>	<i>Sapindales</i>
<b>FAMILIA</b>	<i>Meliaceae</i>
<b>GENERO</b>	<i>Swietenia</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>Swietenia macrophylla</i> King.
<b>NOMBRE COMUN</b>	Caoba, mahogany, caoba hondureña

#### ➤ Descripción

Porte: es un árbol no deciduo, de 30-45 m. de altura habitualmente, pero que puede alcanzar los 50 m. y 2 m. de diámetro a la altura del pecho (DAP). Produce un fuste largo y recto, cilíndrico, libre de ramas en los primeros 12- 18 m. Las copas de los árboles mayores pueden alcanzar hasta 20 m. de diámetro.

Corteza: gris y lisa de joven, marrón oscura acanalada y escamosa de maduro.

Hojas: compuestas, de 16-40 cm de largo, alternas y agrupadas al final de las ramillas. Cada hoja tiene 3-6 pares de hojuelas opuestas, 9-14 cm de largo.

Flores: pequeñas, con cinco pétalos blanco amarillentos, agrupadas en inflorescencias axilares. Son unisexuales y el árbol es monoico.

Fruto: cápsulas leñosas, erectas, 12-22 cm. de largo por 6-10 cm. de ancho. Cuando maduran y se secan las 4-5 valvas del fruto se abren desde la base. Las semillas quedan entonces expuestas y colgando por las alas en el centro del fruto. Cada fruto contiene 35-45 semillas aladas, color marrón y de 7.5-12 cm. de largo incluyendo el ala.



➤ **Calendario de la especie**

La floración y fructificación varía con la localidad, principalmente relacionadas con la estación seca. La floración coincide con la formación de hojas nuevas, al final de la época seca y comienzos de la lluviosa. En América Central, florece mayormente entre noviembre y marzo, a veces hasta junio. Los frutos maduran en 10-12 meses, desde noviembre hasta abril en México y América Central.

Puede florecer y comenzar a producir semilla a los 12 años de edad. Los vientos secos favorecen la apertura del fruto maduro y la dispersión de la semilla alada.

**Tabla 8.** Calendario fenológico de *Swietenia macrophylla* King.

Características	Mes											
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D
Hojas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Flores			■	■	■	■						
Frutos	■	■	■									■
Siembra					■	■						

➤ **Hábitat y distribución**

El hábitat natural de la caoba es el bosque tropical y subtropical de bajura, a altitudes de 50-500 msnm, pudiendo llegar hasta los 1400 msnm, con temperaturas de 22-28°C, con climas secos, húmedos o muy húmedos, donde las precipitaciones oscilan entre 1000 y 2500 mm, aunque se puede encontrar en áreas más extremas, más húmedas o más secas (por ejemplo en bosque seco en Guanacaste, Costa Rica). Puede tolerar estaciones secas de cuatro meses.

Crece en una gran variedad de suelos, desde arcillosos a arenosos, pero prefiere suelos aluviales profundos, bien drenados y fértiles, preferiblemente alcalinos a neutros, aunque también puede crecer en suelos ácidos, con pH de hasta 4.5.

Su distribución natural es amplia, desde la región Atlántica del sureste de México a través de América Central, el norte de América del Sur (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú) y en el sur de la cuenca del Amazonas en Bolivia y Brasil.





Figura 10. Distribución potencial de *Swietenia macrophylla* King. en Centro América.

#### ➤ Usos

Produce una de las maderas más conocidas y apreciadas del mundo y ha sido comercializada y utilizada internacionalmente por más de 400 años. Es una especie de crecimiento moderadamente rápido con características favorables para plantaciones, que puede producir madera de aserrío en turnos de rotación de 30- 40 años.

La madera es conocida en todo el mundo por su atractivo acabado y figura altamente decorativa, así como por sus buenas propiedades para usos comerciales. Aunque se usa principalmente para muebles y chapa decorativa, su facilidad para trabajarla y su alta resistencia en comparación a su peso la hace apta para un gran número de usos como construcción ligera, de embarcaciones, instrumentos musicales, maquetas...

En Costa Rica la caoba se ha utilizado tradicionalmente en ebanistería fina, muebles, marcos, puertas y ventanas, y más recientemente en nuevos productos como artículos deportivos y chapas decorativas.

También tiene un rango de usos menos frecuentes como medicinas, tintes y taninos en la corteza. La infusión de la corteza y semillas se usa contra diarrea y fiebre. La semilla es muy amarga y se ha usado para calmar el dolor de muelas. Contiene también aceites usados en la preparación de cosméticos.

#### 4.2.2.2 Cedro

##### ➤ Taxonomía

<b>REINO</b>	<i>Plantae</i>
<b>DIVISION</b>	<i>Fanerógama / Magnoliophyta</i>
<b>CLASE</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>ORDEN</b>	<i>Sapindales</i>
<b>FAMILIA</b>	<i>Meliaceae</i>
<b>GENERO</b>	<i>Cedrela</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>Cedrela odorata</i> L.
<b>NOMBRE COMUN</b>	Cedro americano, cedro acajou, acaju, acayú, cedro de Guayana

##### ➤ Descripción

Porte: Árbol que crece hasta 30-40 m. en altura y 100- 300 cm. de DAP, con fuste cilíndrico. La forma depende de la profundidad del suelo, pues en suelos poco profundos desarrolla un extenso sistema radical superficial, mientras que en suelos profundos y fértiles las raíces son profundas y el tronco aflautado. La copa es amplia y rala.

Corteza: Puede llegar a espesores de 2 cm., es de color gris-claro en los árboles jóvenes y apenas divididos en placas por leves hendiduras, mientras que los árboles adultos tienen la corteza profundamente fisurada. La corteza interna es rosada, fibrosa y de sabor amargo.

Hojas: Son alternas, compuestas, paripinnadas, con 5-11 pares de hojuelas, lanceoladas a ovaladas que miden 5-16 cm. de largo.

Flores: Blanco verdosas, agrupadas en racimos de 30-50 cm. al final de las ramas.

Fruto: Son capsulares, elípticos-oblongos, de 2,5 a 5 cm. de largo, que cuelgan en grupos en el extremo de las ramas; se abren por 5 valvas; presentan un eje central con 5 ángulos. En la madurez tiene aspecto leñoso, de color marrón chocolate, con abundantes lenticelas amarillas. Permanecen durante mucho tiempo en el árbol.



➤ **Calendario de la especie**

La fenología de esta especie varía en la región, por lo que los valores de la tabla son orientativos.

**Tabla 9.** Calendario fenológico de *Cedrela odorata* L.

Características	Mes											
	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D
Hojas												
Flores												
Frutos												
Siembra												

➤ **Hábitat y distribución**

Se encuentra en las zonas de vida bosque húmedo tropical, bosque húmedo subtropical y bosque seco tropical. Es una especie exigente de luz.

El cedro se puede encontrar siempre de manera natural en los suelos bien drenados, a menudo pero no de manera exclusiva en piedra caliza y tolera una larga temporada seca pero no prospera en las áreas con una precipitación de más de 3000 mm o en los sitios con suelos densos o anegados.

Su distribución es amplia, desde el norte de México hasta el norte de Argentina, incluidas las islas del caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de la mayoría de países latinoamericanos, a excepción de Chile.

En Costa Rica se distribuye en las dos vertientes, atlántica y pacífica de 0 a 1200 metros sobre el nivel del mar.



Figura 11. Distribución potencial de *Cedrela odorata* L. en Centro América.

### ➤ Usos

Su principal producto es la madera de excelente calidad, que se usa para construcción ligera, decoración de interiores, construcción de barcos (cubiertas y forros). Con ella se hacen muebles finos, instrumentos musicales, baúles, cajas de puros, estuches, lambrín, parquet, carpintería y ebanistería en general. El olor de la madera hace que se use para joyeros, cajas de cigarrillos, gabinetes, etc. además de ser un buen método para la protección frente a las polillas.

También se usa para chapa decorativa (rebanada y desenrollada) y tablero contrachapado. Las ramas se usan para cercas vivas, postes y leña en todos los países.

En época de floración es visitada por las abejas pues es una buena especie melífera. La producción de néctar del cedro es abundante si el tiempo es favorable. Los árboles solitarios florecen copiosamente.

#### 4.2.3 El problema de *Hypsipyla grandella* (Zeller)

El barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller), taladra los brotes de árboles de la familia Meliaceae, especialmente las caobas (*Swietenia* spp.) y los cedros (*Cedrela* spp.).

Este insecto puede atacar diversas estructuras del árbol, pero el daño principal lo causa al barrenar el brote principal en árboles jóvenes, lo cual provoca ramificación, bifurcaciones, y así, el valor comercial del árbol resulta disminuido o anulado.

##### ➤ Descripción

Adulto: Los adultos de *H. grandella* son de color de marrón a marrón-grisáceo. La envergadura de las alas anteriores es cerca de 23 a 45 mm. Estas son gris-fuscas sombreadas de color ladrillo en la parte posterior de la ala. Las alas traseras son blancas a translucidas con margines oscuras. La cabeza, cuerpo, y patas son de un color castaño-grisáceo.

Larva: El cuerpo de la larva de los estadios jóvenes es de un color habano pálido a blanco, volviendo azul en los estadios más avanzados. La cápsula de la cabeza es marrón. Las larvas maduras son de aproximadamente 25 mm de largo.

Pupa: La pupa de *H. grandella* es de color marrón-negro, envuelto en un cocón de seda (Ramírez-Sánchez 1964).

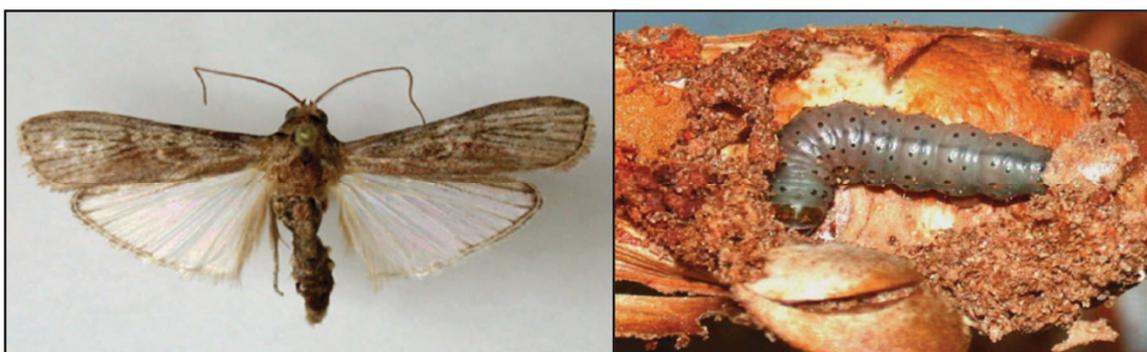


Foto 5. *Hypsipyla grandella* (Zeller). Adulto y larva

##### ➤ Biología

Las polillas adultas son nocturnas y viven siete, ocho días. Estas depositan los huevos durante las horas tempranas de la mañana sobre brotes nuevos, cicatrices de las hojas caídas y frutas. Los huevos generalmente se ponen uno por uno, pero a veces

están agregados en un grupo de tres o cuatro huevos metidos en axilas de hojas.

En el campo, la duración total del desarrollo de la larva, prepupa y pupa es completo dentro de uno o dos meses, depende las condiciones ambientales, y se puede extenderse si el insecto pasa por diapausa (Becker 1976).

Las larvas taladran los brotes produciendo un túnel de varios centímetros de largo. El tallo hueco se seca, se dobla y las hojas de este se mueren. Una masa de excremento de color marrón-rojizo entrelazado con hilos de seda del insecto sale en la apertura de entrada.

#### ➤ **Daños económicos**

El árbol es más susceptible en los 2-3 primeros años, principalmente porque en árboles de más edad y con más follaje, el ataque se diluye entre muchos otros posibles sitios de ovoposición, y no tanto en el eje principal, donde realmente produce la pérdida del valor comercial.

Esta plaga ataca a un mayor porcentaje de árboles en plantaciones, mientras que daño es menor cuando estos se encuentran entremezclados en bosques naturales. Por esta razón este insecto ha sido un impedimento importante para el establecimiento de plantaciones de caoba y cedro, incrementando la presión de tala de estos árboles en bosques naturales (Günter *et al.* 2011).

#### ➤ **Manejo en la finca**

En cualquier situación, este insecto es difícil de controlar, sobre todo porque aunque algunos métodos reducen la población de la plaga considerablemente, poblaciones pequeñas pueden causar un daño significativo. El daño más importante del insecto, destrucción del brote terminal, es el resultado de una sola larva por árbol.

Se han identificado varios enemigos naturales del barrenador, incluyendo parasitoides y depredadores, pero estos no logran un control eficiente en plantaciones. También han sido identificadas varias sustancias que afectan el comportamiento del insecto, incluyendo atrayentes, repelentes y disuasivas, pero su uso aún se encuentra bajo investigación (Sands 2001).





Foto 6. Ataque de *H. grandella* en árbol joven

A pesar de la dificultad del control de esta plaga, la finca consiguió contrarrestarla a base del uso de insecticidas químicos (piretrinas) y un programa de podas de las partes afectadas por el insecto. El manejo llevado a cabo para el combate de *H. grandella* consistió en la fumigación de la yema principal de los árboles desde que tienen un año de edad, cada 25 días al comienzo de la época lluviosa y siguiendo con esta aplicación hasta los 2 o 3 años de edad, cuando el árbol tiene una altura de unos 6-7 metros. Después de superar esa altura, los ataques del barrenador pueden proseguir en la copa, pero se consigue salvar las primeras trozas que tienen el mayor valor comercial. Cuando la caoba supera los 2 metros la aplicación se realiza con una lanza y una manguera a presión acoplada a la mochila fumigadora.

Este tratamiento supuso un alto costo para el propietario pero la aplicación de insecticidas tuvo éxito. Los productos químicos consiguieron reducir los ataques de *H. grandella* a la plantación forestal.

Es importante señalar que las constantes labores que hay que realizar para el éxito del cultivo de culantro coyote también ayudaron a tener un mayor control y seguimiento de los árboles jóvenes con una respuesta rápida al ataque del barrenador.

#### 4.2.4 El sistema de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en Costa Rica

Todas las fincas objeto de estudio han sido incluidas dentro del programa nacional de PSA que el gobierno de Costa Rica lleva implementando desde el año 1996. A continuación se explica en que consiste este programa que tanto éxito y fama le ha reportado al país.

El concepto de pago de servicios ambientales (PSA) se sustenta en el principio de que propietarios de bosques y plantaciones forestales, recibirán pagos como una medida de compensación por los servicios que estos ecosistemas brindan a la sociedad costarricense en particular y la comunidad internacional en general.

##### ➤ Origen y Marco Legal

El establecimiento del sistema de pago de servicios ambientales en Costa Rica se origina a raíz de los acuerdos de la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, específicamente con los enunciados del Convenio de Cambio Climático. Los PSA se crearon en el país mediante la Ley Forestal N° 7575 del mes de abril de 1996, artículos 3 (inciso k), 22, 23, 24 y 69, y la Ley de la Biodiversidad N° 7788 artículo 37, promulgada en mayo de 1998.

Los servicios ambientales reconocidos actualmente en el país que están definidos en el artículo 3, inciso k de la Ley Forestal, son:

- I. Mitigación de emisiones de gases con efecto invernadero (reducción, absorción, fijación y almacenamiento de carbono).
- II. Protección de agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico.
- III. Protección de la diversidad para conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de ecosistemas y formas de vida.
- IV. Belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

##### ➤ Instituciones implicadas en la gestión de los PSA

El Estado costarricense aplica el programa de pago de servicios ambientales por medio del Ministerio de Hacienda que es el ente encargado de recaudar los recursos, y el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), que le corresponde ejecutar el



reconocimiento a los propietarios de bosques y plantaciones por los servicios ambientales que ellos generan, mediante el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). FONAFIFO capta y administra los fondos provenientes del Ministerio de Hacienda y otras fuentes de financiamiento. En el caso del SINAC se encarga de determinar las áreas prioritarias donde se aplicará el pago, recepción, trámite de solicitudes planteadas por los interesados y la aprobación del pago.

FONAFIFO es un órgano que entre sus principales características destaca que tiene personalidad jurídica instrumental propia y su junta directiva está conformada por representantes del sector público y privado (MINAE, Sistema Bancario Nacional, pequeños productores e industriales de la madera...). Esto le da flexibilidad a la hora de captar financiación y posibilita la entrada de capital de diversas procedencias públicas y privadas a nivel nacional e internacional.

#### ➤ **Financiación**

Inicialmente, la principal fuente de financiamiento del Programa por Pago de Servicios Ambientales (PPSA) procedió de destinar un tercio de los recursos generados por el impuesto de consumo a los combustibles. Posteriormente, este impuesto fue modificado creándose el impuesto único a los combustibles, del cual un 3,5% es destinado PPSA.

Sin embargo, estos recursos no son suficientes para abastecer la creciente demanda por lo que el gobierno Costarricense establece otras fuentes potenciales de recursos, tales como:

- ✚ Aportes financieros recibidos del Estado, mediante presupuestos ordinarios y extraordinarios de la República u otros mecanismos. Donaciones o créditos que reciba de organismos nacionales e internacionales.
- ✚ Participación activa de entes internacionales como el Banco Mundial y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, por medio del *Proyecto Ecomercados* o del Gobierno Alemán a través de *KfW*. para el Programa Forestal Huetar Norte.
- ✚ Convenios con la empresa privada local, los cuales han resultado sumamente exitosos, con una inversión de aproximadamente US\$7 millones durante los últimos años.

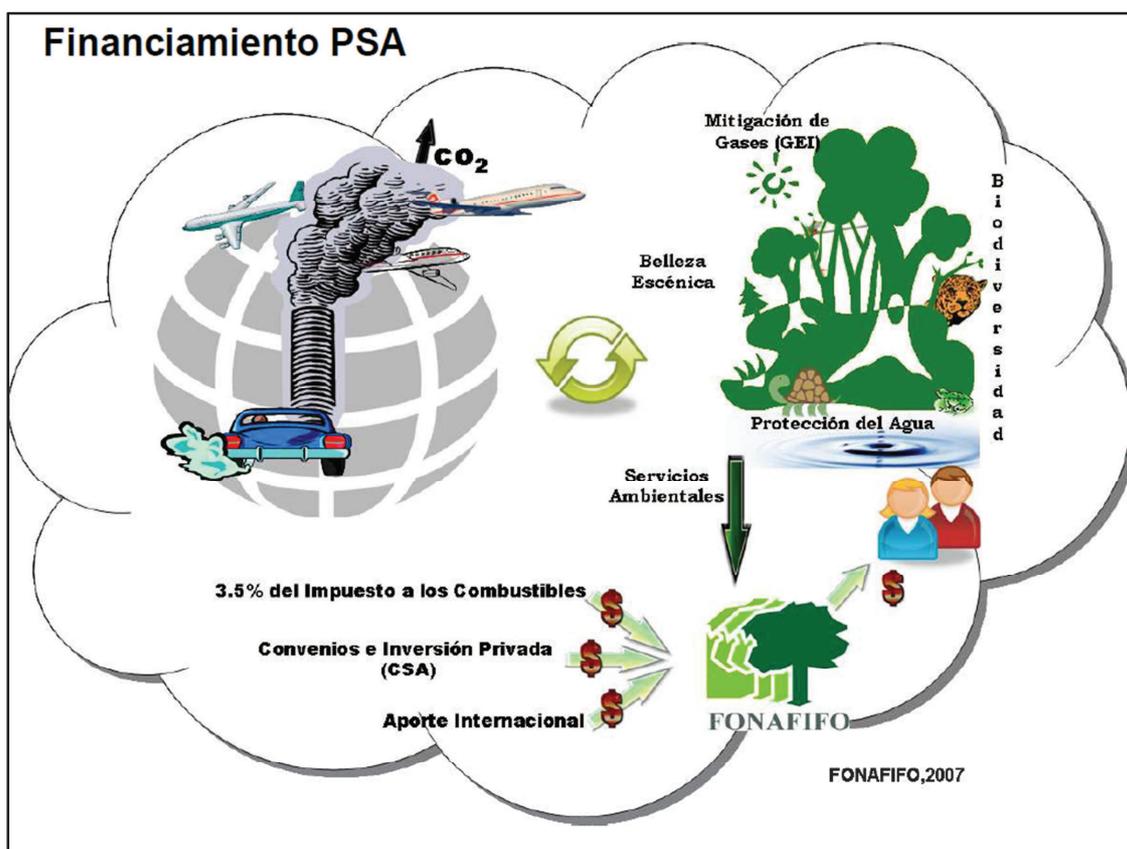


Figura 12. Esquema general de la financiación del PPSA

### ➤ Modalidades del PPSA

Existen un número elevado de modalidades de pago de los PSA, de las cuales el MINAE establece las más importantes y prioritarias.

Cabe destacar que las fincas no se sometieron al PSA de forma simultánea sino que por ejemplo la finca denominada “El June” accedió a los PSA en el año 2007 mientras que las otras dos fincas “Agroturrialba” y “García y Núñez” lo hicieron en el año 2009. La distribución de los pagos y las cantidades han variado a lo largo de los años con las modificaciones aplicadas por el organismo gestor por lo que los datos aportados por la Tabla nº 10 corresponden únicamente al periodo 2008-2009.

A continuación se caracterizan alguna de las modalidades más importantes destacando la reforestación, mediante la cual las fincas estudiadas han sido clasificadas.

Tabla 10. Modalidades de PSA

Características y Distribución de los Pagos de los Servicios Ambientales del periodo 2008-2009								
Modalidades	Cantidades percibidas	Año					Sup/arb min	Sup/arb max
		1º	2º	3º	4º	5º		
Protección de Bosque	\$ 320 /ha	20%	20%	20%	20%	20%	2 ha/año	300 ha/año
Regeneración natural	\$ 205 /ha	20%	20%	20%	20%	20%	2 ha/año	300 ha/año
Reforestación	\$ 980 /ha	50%	20%	15%	10%	5%	1 ha/año	300 ha/año
Sistemas Agroforestales	\$1.3 /árbol	65%	20%	15%	-	-	350 arboles	3500 arboles

#### ➤ Monitoreo y Evaluación

FONAFIFO ha diseñado un esquema de monitoreo y evaluación apoyado por moderna tecnología y personal cualificado. A través de esta metodología, se realizan las labores necesarias para garantizar que los recursos invertidos se empleen eficientemente y lleguen a quienes efectivamente brindan los servicios ambientales.

Este monitoreo se realiza, entre otros, mediante la visita del personal de las Oficinas Regionales del MINAE a fincas sometidas al PSA o la revisión de informes de regencias aportados por los Regentes Forestales.

El **Regente Forestal** es responsable directo de la supervisión de la ejecución del plan de manejo del área sometido a PSA. El profesional forestal, debidamente colegiado, establece un contrato de regencia con el propietario donde se va a llevar a cabo la actividad forestal. La regencia es obligatoria durante todo el período en el cual exista Pago de Servicios Ambientales, y ocasional cuando éstos han vencido y se debe realizar alguna labor en el campo.

Toda la información aportada es digitalizada y con ayuda de plataformas informáticas y Sistemas de Información Geográfica (SIG) se realiza el seguimiento y monitoreo, que permite manejar toda la información de los contratos PSA de forma óptima y actualizada.



Para la visualización del programa y su control se instalarán carteles con el nombre del beneficiario, modalidad de PSA, área y número de contrato forestal.



Foto 7. Cartelería instalada en las diferentes áreas acogidas a PSA

➤ **Otros beneficios adicionales del PPSA para el propietario de la finca**

Además de la remuneración económica por los servicios ambientales aportados a la sociedad, el propietario que se acoge al sistema de PSA obtiene también otros beneficios fiscales y jurídicos enumerados a continuación:

1. Exención del pago del impuesto a los bienes inmuebles creado mediante la Ley N° 7509 del 9 de mayo de 1995.
2. Exención del pago de impuesto sobre los activos establecido mediante la Ley N° 7543 del 19 de setiembre de 1995.
3. Protección policial contra invasiones de tierras en las áreas sometidas voluntariamente a Régimen Forestal establecida en el artículo 36 de la Ley Forestal.

#### 4.2.5 Estado actual

En la actualidad la plantación tiene una edad de entre 5 y 7 años, siendo su desarrollo muy variable en función de la especie y su localización.

En cuanto a la especie caoba, se aprecian diferencias de crecimiento entre fincas. La denominada “Agroturrialba” presenta árboles rectos y bien formados que han soportado bien el ataque del barrenador de las meliáceas. Esta finca se encuentra pastoreada en la mayoría de su superficie y no presenta problemas fitosanitarios graves.

La finca “García y Núñez” posee un problema de competencia entre los árboles de palma y la caoba. Se encuentran pies dominados, debajo del dosel de copas de las palmeras con pocas posibilidades de supervivencia.

Dentro de la finca forestal “El June”, el lote de caoba tiene un estado de desarrollo muy irregular según su localización, con los mayores árboles de la toda la plantación en las zonas denominadas “caoba vivero” y “alderico”. Cabe destacar que existe una gran superficie de terreno dentro del lote de cedro en donde los árboles no se han desarrollado correctamente, presentan numerosos defectos de forma y crecimientos mínimos. La procedencia de la semilla parece ser el agente determinante de los resultados de crecimiento y adaptación observados.



Foto 8. Árboles de cedro con graves defectos

Dispersos por toda la plantación se encuentran árboles de laurel (*Cordia alliodora*), algunos de gran tamaño surgidos por regeneración natural, que se han respetado en las labores del establecimiento de la plantación ya que poseen valor comercial para futuros aprovechamientos.

En las visitas que se realizaron a la plantación se observaron problemas leves con plantas trepadoras (bejucos) que por lo general no afectan a la supervivencia del árbol, una vez que éste ha superado las primeras etapas de vida, pero que pueden dañar y

marcar la madera perdiendo así valor comercial.

También se observaron con frecuencia hormigas zompopas del orden *Atta*, miembros importantes del ecosistema forestal tropical ya que mejoran la estructura del suelo pero que en ocasiones su gran población puede producir importantes defoliaciones, pérdida de vigor y ralentización del crecimiento de los árboles.



**Foto 9.** Zompopas, hormigas del orden *Atta* (izquierda) y bejucos, plantas trepadoras (derecha)

## 4.3 Sistema Agrícola

### 4.3.1 Antecedentes

Como consecuencia de las fluctuaciones de los precios internacionales del café y el banano principalmente, el valle de Turrialba vio afectada su maltrecha economía y buscó nuevas alternativas de producción agrícola. La zona de Tres Equis, donde se localiza la finca se especializó en el cultivo de culantro coyote (*Eryngium foetidum* L.).

Esta producción se caracterizó por estar ubicada en una zona con poco desarrollo agrícola y por estar en manos de agricultores pequeños que no necesitaron grandes tecnologías para cultivar esta especie.

A continuación se describe brevemente las principales características de esta especie, así como su mercado y situación actual.

### 4.3.2 Caracterización de la especie agrícola

#### 4.3.2.1 Culantro Coyote

##### ➤ Taxonomía

El nombre científico del culantro coyote es *Eryngium foetidum* y fue clasificado por Linneo. Pertenece a la familia *Apiaceae*. En ocasiones es confundido con el cilantro o coriander (*Coriandrum sativum* L.). Los nombres comunes de esta especie varían de acuerdo con la región y el país. Algunos ejemplos se mencionan a continuación:

Tabla 11. Nombres comunes del culantro en varios países

NOMBRE COMUN LOCAL	PAIS
Culantro coyote	Costa Rica
Cilantro ancho	República Dominicana
Culantro culebra	Guatemala
Cilantro mexicano	México

##### ➤ Descripción botánica

El culantro coyote es una planta bianual, originaria de América tropical que se propaga por semillas. Sus principales características son las siguientes (Alvarado *et al.*, 1999):

- ✚ Alcanza hasta 60 cm. de altura.
- ✚ El tallo floral crece en el centro de la roseta y alcanza de 30 a 50 cm. de altura.
- ✚ La inflorescencia descansa en el tallo floral, donde las flores están ordenadas en una estructura cónica y alargada.
- ✚ Las semillas son muy pequeñas y cuando están frescas tardan aproximadamente dos semanas en germinar.
- ✚ Las hojas son alargadas y casi rectangulares, aplanadas con bordes aserrados, de color verde claro u oscuro.
- ✚ Tiene raíces gruesas.



Foto 10. Planta de culantro coyote (*Eryngium foetidum* L.) detalle de hojas y floración.

#### ➤ **Ciclo de vida**

El culantro coyote es un cultivo que tiene un ciclo de vida de 6 a 7 meses. Tiene la peculiaridad de florecer como una planta perenne. Se pueden cosechar hojas cada 3 meses por un periodo de 2 años.

#### ➤ **Usos**

El culantro coyote es utilizado como especia en la preparación de alimentos y también se le atribuyen propiedades medicinales para curar vómitos, flatulencia, fiebre. Además, las hojas son ricas en calcio, hierro, carotenos y no contienen alcaloides (Lemes *et al.*, 1998).

### 4.3.3 Mercado

La producción de culantro coyote en Costa Rica históricamente se ha concentrado en la exportación para los mercados latinos de los Estados Unidos, principalmente Miami.

La mayoría de la producción se concentra en la zona de Turrialba en la Provincia de Cartago y en la zona de Siquirres en la Provincia de Limón, ambas colindantes.

Los primeros años de exportaciones fueron muy exitosos, con grandes beneficios para los pequeños productores, sin embargo actualmente se están empezando a detectar problemas derivados de inspecciones fitosanitarias en los puertos de entrada a los Estados Unidos y una cierta sobreproducción con una tendencia a la baja de los precios en el mercado (Durán *et al.* 2009).

### 4.3.4 Estado actual

Los dos primeros años la mayor parte de la plantación fue combinada con el cultivo de culantro coyote pero en la actualidad únicamente existe una pequeña superficie de 1,292 hectáreas denominada "Marginata 1" dentro de la finca Agroturrialba que ha continuado el cultivo de esta especie agrícola. En este ensayo, los árboles fueron plantados con un marco más amplio de 4x4 o 5x4 y tratados con un programa de podas especial para beneficiar la entrada de luz a la superficie del suelo.



Foto 11. Lote actual con asocio de caoba y culantro

Dentro de la finca el June existe una superficie de unas 2 hectáreas en donde se ha instalado un ensayo de cacao bajo el dosel de copas de caoba. Se trata de un experimento que pretende en un futuro ver las posibilidades de producción que tiene este cultivo bajo la sombra de la plantación.



**Fotos 12.** Ensayo de cacao con caoba

## 4.4 Sistema Ganadero

### 4.4.1 Estructura de la cabaña ganadera y carga animal

El aprovechamiento ganadero comenzó hace aproximadamente 6 años con la compra de un total de 30 vacas de la raza “Brahman” y 4 toros de la raza “Simental”.

La cabaña ganadera fue creciendo, cruzándose por monta natural hasta llegar a tener un hato (conjunto de individuos) de hasta 210 cabezas de ganado entre machos y hembras. Por necesidades presupuestarias de la finca se vendieron una gran cantidad de animales hasta quedarse en la actualidad con un hato de 113 cabezas que posee la siguiente estructura:

**Tabla 12.** Estructura del hato

NUMERO DE CABEZAS	CATEGORIA	PROMEDIO DE PESO (Kg)	COEFICIENTE CARGA ANIMAL
7	Toros	550	1,375
56	Vacas	450	1,125
19	Novillas	300	0,75
31	Terneros	120	0,30

Una Unidad Ganadera (UG) equivale a 400Kg de peso vivo, aplicando los coeficientes utilizados en Costa Rica para el cálculo de la carga animal, ésta asciende a 0,74 UA/ha, pudiéndose alcanzar tasas mayores (1-1,2UA/ha) (CATIE 2010) debido a la extensa superficie que ocupa el ganado.

### 4.4.2 Sistema de producción y superficie de explotación

El sistema de producción ganadera es de carne en su variedad de cría. Se venden principalmente terneros de destete a los 7 meses de vida cuando han alcanzado los 200-220 Kg de peso. También se ponen a la venta categorías de descarte como vacas con problemas reproductivos o toros de edad avanzada.

La superficie de pastos actual dedicada al ganado es de unas 130 ha, con un cerramiento en su perímetro compuesto al 50% de cercas vivas y postes suministrados por la propia finca unidos con alambre de púas. Dentro de esta gran superficie se encuentran divisiones de menor tamaño para el aprovechamiento en rotación. Estas divisiones son de un tamaño variable (3, 5, 8 y hasta 10ha) debido al

condicionante del agua, que fluye a lo largo de los finca de forma natural. La delimitación de las superficies interiores se realiza con pastor eléctrico.

No toda la superficie de la finca corresponde a pastos (potreros) dedicados exclusivamente al aprovechamiento ganadero sino que una parte está dedicada a plantación forestal, donde el ganado pasta bajo el dosel de copas fundamentalmente en épocas de menor producción de pasto por sequía (de diciembre a febrero).



**Foto 13.** Ganado pastoreando junto a la plantación.

Dentro de la finca, hay una área dedicada a pasturas mejoradas ( $\approx 7$ ha) con pasto tipo “Toledo” y pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*). El resto de los pastos son naturales correspondiendo en su mayoría a guinea. Dispersos en los potreros se encuentran árboles de sombra como laureles de gran tamaño, surgidos de forma natural.

Existe un potencial mayor de aprovechamiento ganadero en cuanto a la superficie de explotación, ya que ésta puede aumentar si se suma en su totalidad la finca forestal denominada “El June” que actualmente no se encuentra pastoreada en su totalidad y que tiene una superficie total de 71 ha plantada de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*). El principal inconveniente es la disponibilidad de agua, ya que no se encuentra de forma natural y es necesario trasportarla con tractor todos los días a bebederos distribuidos por la finca.

#### 4.4.3 Infraestructura existente y personal

Para la puesta en marcha del sistema ganadero de la finca, se ha construido una bodega para el acopio del material y un corral. Actualmente sirve para los partos o el cuidado del ganado enfermo, debido a que el mercado de engorde de toros no es el más rentable en estos momentos. En un futuro, si el mercado de engorde mejora, el corral podría dar capacidad hasta 20 machos. Dentro del corral existe una picadora de pasto que se utiliza para alimentar al ganado en épocas de escasa producción.



Foto 14. Cabaña ganadera junto a comederos

De todas las labores ganaderas se ocupa una persona, encargado del manejo, control y mantenimiento de la cabaña ganadera. Requiere de mano de obra externa para realizar la chapea (limpia) y riega de herbicida de los potreros y ayudas esporádicas de peones para el montaje de la cerca de alambre.

También recibe ayuda en la parte logística, para la compra de todo el material necesario por parte del encargado de la finca. En ocasiones se requiere la presencia de un veterinario para operaciones complicadas en el nacimiento de terneros.

Como curiosidad, los propietarios tienen un acuerdo con la Universidad de Costa Rica por el cual todos los años reciben la visita de alumnos para la palpación de las vacas preñadas sin coste para ninguna de las dos partes, fomentándose así la transmisión de conocimientos al alumnado y consiguiendo el propietario información valiosa sobre el número de vacas en estado de gestación.

Para el transporte de alimento, ganado, agua... se utiliza un pequeño tractor (Chapulín) con remolque, teniendo también dos caballos para el manejo y transporte del ganado por parte del encargado.

#### 4.4.4 Alimentación y manejo sanitario

En la actualidad únicamente se utiliza sal mineral, miel y el pasto generado en los potreros para alimentar a la cabaña ganadera. Anteriormente la explotación se dedicó al engorde de toros en el corral por lo que utilizaron más suplementos alimenticios como harina de coquito, gallinaza o semolina.

En cuanto a los productos veterinarios utilizados destacan los siguientes:

-  Ivomec: Desparasitante externo e interno
-  Antrax: Vacuna anticarbonosa
-  Utracoice: Vacuna
-  Vitamina AD3E: Complemento vitamínico
-  Ectoline: Desparasitante externo

Estos productos son suministrados al ganado dos veces al año. En primer lugar se inyectan mediante una jeringuilla los cuatro primeros productos descritos en la lista (Ivomec, Antrax, Ultracoice y Vitamina AD3E) dejando pasar un periodo de 3 meses para suministrar el desparasitante externo Ectoline, untado en el lomo del animal. Las vacunas únicamente son proporcionadas a los animales que han sido destetados a partir de los 6 meses de edad aproximadamente.

Toda esta información será utilizada para el cálculo del gasto sanitario y alimenticio de la cabaña ganadera en el análisis financiero posterior.

## 5 EVALUACIÓN FINANCIERA

### 5.1 Introducción

Uno de los conceptos importantes dentro de la estrategia de Forestaría de Ingreso Sostenible es el flujo de caja (*Cash Flow*, en inglés). Éste se define como el conjunto de entradas (ingresos) y salidas (gastos generados por la actividad) en un periodo determinado de tiempo.

La importancia de conocer el comportamiento del flujo de caja de una empresa radica en que se trata de un informe financiero que nos permite conocer de forma rápida la liquidez de la empresa, información clave para tomar decisiones sobre si es viable o no continuar con la idea de proyecto (Apaza 2009). Para ello se calculan los indicadores más utilizados en el análisis de proyectos como son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Para elaborar un flujo de caja se debe contar con la información sobre todos los ingresos y gastos generados en el transcurso de un periodo de tiempo de todas las actividades desarrolladas en el proceso de explotación. Como ya se ha descrito anteriormente las actividades desarrolladas en la finca y que se van a tener en cuenta en el análisis financiero son tres: forestal, agrícola y ganadera. La recopilación de la gran cantidad de información necesaria de los tres sistemas, ha provenido de diferentes fuentes de información: entrevistas al personal de la finca, llamadas a proveedores, fuentes bibliográficas o trabajos anteriores realizados dentro de la cátedra de Gestión Forestal Territorial del CATIE como el análisis financiero de la parte forestal realizado por Justine Kent.

La moneda oficial de Costa Rica es el Colón, por lo que la mayoría de información recogida provenía en esta moneda. En ocasiones, sobre todo cuando se habla de cantidades grandes o de precios internacionales se utiliza el dólar americano, sin embargo todos los precios se han convertido a colones utilizando las siguientes tasas de cambio:

**Tabla 13.** Tasa de cambio utilizada

<b>1 Dólar (\$)</b>	<b>503 Colones (₡)</b>
<b>1 Euro (€)</b>	<b>762 Colones (₡)</b>



La escala o unidad de análisis utilizada es la hectárea, por lo que todos los precios y rendimientos utilizados son referidos a esta unidad de superficie.

Las operaciones realizadas en la finca para las dos especies forestales plantadas caoba y cedro son exactamente las mismas ya que se trata de especies de la misma familia, con similares problemas fitosanitarios como *Hypsipyla* etc. Por ello en el análisis económico solo se ha tenido en cuenta la especie caoba por tener mayor superficie plantada en la finca.

## 5.2 Determinación del periodo de análisis

Uno de los aspectos importantes a la hora de realizar un análisis financiero es determinar el periodo de tiempo a estudiar. La duración es un factor determinante en la rentabilidad de todo proyecto ya que el tiempo tiene un costo.

Siendo el sistema forestal la matriz principal de la explotación, el turno de la especie forestal determinará el periodo de análisis.

La duración del turno de rotación de la caoba es variable según las condiciones de sitio y la densidad de la masa inicial (Krisnawati *et al.* 2011). En condiciones de sitio promedio el máximo incremento medio en volumen anual (IMA) se alcanza a los 35 años (Pandey 1983, citado por Krisnawati *et al.* 2011) por lo que se ha utilizado esta edad como periodo de análisis.

## 5.3 Estructura de ingresos

La estructura de ingresos se construye a partir del análisis de todos los productos y servicios generados en la hacienda. Estos ingresos que a continuación se enumeran, se generan de forma intercalada a lo largo de todo el periodo de análisis:

**Tabla 14.** Ingresos de productos y servicios generados en la finca

SISTEMA	PRODUCTO O SERVICIO	PERIODO DE INGRESO
FORESTAL	1.Madera de raleos	Año 12 y 18
	2.Madera de cosecha final	Año 35
	3. Pago por Servicio Ambiental	Desde el año 1 al 5
AGRICOLA	Rollos de Culantro	Año 1 y 2
GANADERO	Carne de Terneros	Desde el año 4 al 35

Los ingresos que se generan de la parte agrícola y ganadera han sido incluidos en base a la experiencia de cobros que se están recibiendo actualmente en la finca. Sin embargo la producción de madera ha sido calculada con una serie de supuestos que se explican a continuación.

En primer lugar siguiendo las recomendaciones de Krisnawati *et al.* (2011) se han planteado tres intervenciones con diferentes intensidades de aclareo en la plantación antes de la cosecha final. La densidad inicial de la masa es de 833 árboles/ha reduciéndose hasta los 160 árboles/ha de la cosecha final.

También se han aplicado dos factores de castigo, uno sobre el volumen maderable, considerando que no todo el volumen generado va ser comercializable, y otro sobre el precio de la madera de acuerdo a la edad de la planta.

**Tabla 15.** Régimen de raleos, intensidad y factores de castigo (FC)

AÑO	ACTIVIDAD	INTENSIDAD	INDIVIDUOS REMANENTES	FC de VT a VC	FC al precio de la madera
6	Aclareo	40 %	500	60 %	10 %
12	Raleo 1	36 %	320	60 %	60 %
18	Raleo 2	50 %	160	60 %	80 %

VT: Volumen Total; VC: Volumen Comercial

El rendimiento de la caoba en Costa Rica no está demasiado estudiado actualmente ya que son escasas las plantaciones de esta especie, no habiendo modelos de crecimiento establecidos para el país. Según Cordero (2004), la productividad variará dependiendo del sitio, densidad, manejo... encontrándose cifras en un rango de 7-25 m<sup>3</sup>/ha/año en países como Belice, Honduras o Perú. Tomando como referencia el valor más conservador de 7 m<sup>3</sup>/ha/año y con el régimen de raleos programados anteriormente se construye la siguiente tabla con la producción de madera esperada.

RENDIMIENTO BIOLÓGICO Y COMERCIAL DE CAOBA						
Edad de plantación	Año Calendario	Número de árboles	Incremental anual (m <sup>3</sup> /ha/año)	Volumen en pie aprovechable (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen comercial (m <sup>3</sup> /año)	
0	2008	833	7	0	0	0
1	2009	750	14	0	0	0
2	2010	833	21	0	0	0
3	2011	833	28	0	0	0
4	2012	833	35	0	0	0
5	2013	833	42	0	0	0
6	2014	833	29,4	12,6	7,56	0
7	2015	500	36,4	0	0	0
8	2016	500	43,4	0	0	0
9	2017	500	50,4	0	0	0
10	2018	500	57,4	0	0	0
11	2019	500	64,4	0	0	0
12	2020	320	45,696	18,704	11,2224	0
13	2021	320	52,696	0	0	0
14	2022	320	59,696	0	0	0
15	2023	320	66,696	0	0	0
16	2024	320	73,696	0	0	0
17	2025	320	80,696	0	0	0
18	2026	160	43,848	36,848	22,1088	0
19	2027	160	50,848	0	0	0
20	2028	160	57,848	0	0	0
21	2029	160	64,848	0	0	0
22	2030	160	71,848	0	0	0
23	2031	160	78,848	0	0	0
24	2032	160	85,848	0	0	0
25	2033	160	92,848	0	0	0
26	2034	160	99,848	0	0	0
27	2035	160	106,848	0	0	0
28	2036	160	113,848	0	0	0
29	2037	160	120,848	0	0	0
30	2038	160	127,848	0	0	0
31	2039	160	134,848	0	0	0
32	2040	160	141,848	0	0	0
33	2041	160	148,848	0	0	0
34	2042	160	155,848	0	0	0
35	2043	160	162,848	162,848	97,7088	0
<b>TOTAL</b>				<b>231</b>	<b>138,6</b>	
				Total aprovechado(m <sup>3</sup> /ha)	Total comercializado(m <sup>3</sup> /ha)	

Figura 13. Rendimientos esperados de caoba en m<sup>3</sup>/ha

Por último se debe de establecer el precio de venta de la madera. Como ya se ha comentado, en Costa Rica el mercado de la especie es inexistente en este momento y no se tienen registros de los precios en la Oficina Forestal Nacional, por lo que este dato ha sido tomado de los mercados internacionales. La Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT, 2012) en su informe anual establece un precio de 421 \$/m<sup>3</sup> para madera en rollo de *Swietenia macrophylla*.

A este precio se le aplicara un factor de castigo (ver tabla 15) a la hora de realizar los tratamientos prefijados, de acuerdo a la edad de la plantación, ya que por ejemplo la madera aprovechada en el primer aclareo apenas tendrá valor comercial por sus escasas dimensiones.



## 5.4 Estructura de Costos

Con la información obtenida de las diversas fuentes comentadas en la introducción se estimaron los costos incurridos en el desarrollo de las actividades de la finca.

Se tomaron en cuenta tres categorías de costos: costo por mano de obra, costos por insumos y costos de servicios. El precio de la mano de obra, medida en jornales fue establecido en 12003 colones (₡), incluidas las prestaciones sociales.

A continuación se muestra un resumen de todos los conceptos tenidos en cuenta a la hora de elaborar la estructura de costos de los tres sistemas estudiados:

### ➤ Sistema forestal

COSTOS CAOBA					2008	2009	2010	2011	2012	
ACTIVIDADES	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	UNIDAD	RENDIMIENTO d/ha	PERIODO DE INVERSION	0	1	2	3	4
<b>Inversión Inicial</b>										
	Terreno, construcción de caminos y edificios...	ver año	ha	1	Año 0	3100000,00				
<b>Establecimiento del vivero</b>										
	Bolsas Almácigo	Insumos	ver año	ha	Año 1, 2		6721,99	3482,18		
	Sustratos	Insumos	ver año	ha	Año 1		14192,91			
	Semilla caoba/cedro	Insumos	ver año	ha	Año 1, 2		7941,32	9124,10		
	Mano de obra	Mano de Obra	ver año	jornales	Año 1, 2		14793,10	14793,10		
<b>Preparación del terreno</b>										
	Chapea de inicio	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	6	Año 1	72018,6			
	Riega de herbicida de inicio	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	3	Año 1	36009,3			
	Riega de herbicida de inicio: Glifosato	Insumos	2.850 CRC	litro	4,5	Año 1	12825			
	Riega de herbicida de inicio: 2.4 D	Insumos	2.550 CRC	litro	0,75	Año 1	1912,5			
	Riega de herbicida de inicio: Goal	Insumos	13.950 CRC	litro	0,75	Año 1	10462,5			
	Voltea y repica de charral	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	5	Año 1	60015,5			
	Voltea y repica de charral: gasolina	Insumos	600 CRC	litro	5	Año 1	3000			
	Voltea y repica de charral: aceite meza	Insumos	4.800 CRC	litro	0,6	Año 1	2880			
	Voltea y repica de charral: aceite de cadena	Insumos	2.400 CRC	litro	0,25	Año 1	600			
	Voltea y repica de charral: cadenas	Insumos	11.000 CRC	unidad	0,25	Año 1	2750			
	Voltea y repica de charral: mantenimiento o	Insumos	75.000 CRC	costo de repa	0,25	Año 1	18750			
	Riega de herbicida presiembra	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	3,43	Año 1	41170,633			
	Riega de herbicida presiembra: Glifosato	Insumos	2.850 CRC	litro	4,5	Año 1	12825			
	Riega de herbicida presiembra: 2.4 D	Insumos	2.550 CRC	litro	0,3175	Año 1	809,625			
	Riega de herbicida presiembra: Goal	Insumos	13.950 CRC	litro	0,3175	Año 1	4429,125			
	Marcar	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	2	Año 1	24006,2			
	Hoyear	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	8,33	Año 1	99985,823			
	Aplicación de fertilizante inicio	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	0,5	Año 1	6001,55			
	Aplicación de fertilizante inicio: 10-30-10	Insumos	404 CRC	kg	24,99	Año 1	10095,96			
	Aplicación insecticida suelo	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	0,5	Año 1	6001,55			
	Aplicación insecticida y fertilizante foliares	Insumos	5.600 CRC	litro	0,7	Año 1	3920			
	Aplicación insecticida y fertilizante foliares	Insumos	2.650 CRC	litro	1	Año 1	2650			
	Aplicación insecticida y fertilizante foliares	Insumos	2.700 CRC	litro	4	Año 1	10800			
	Aplicación insecticida y fertilizante foliares	Insumos	2.700 CRC	litro	0,5	Año 1	1350			
	Aplicación insecticida y fertilizante foliares	Insumos	1.750 CRC	litro	0,5	Año 1	875			
	Aplicación insecticida y fertilizante foliares	Insumos	7.200 CRC	kg	2	Año 1	14400			
	Transporte interno en la finca	Insumos	13.500 CRC	día	24,76	Año 1	334260			
<b>Siembra</b>										
	Compra de semillas de caoba	Insumos	250 CRC	arbol	958	Año 1	239500			
	Transporte interno de árboles	Insumos	25 CRC	arbol	958	Año 1	23950			
	Siembra de árboles	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	8,33	Año 1	99985,823			
	Transporte interno árboles	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	2	Año 1	24006,2			
	Resiembra 1	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	1,67	Año 2	20045,177			
	Resiembra 2	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	0,83	Año 2	9962,573			
	Transporte interno árboles	Insumos	25 CRC	arbol	95,8	Año 2	2395			
	Transporte interno en la finca	Insumos	13.500 CRC	día	ver año	Año 1, 2	27000			
<b>Mantenimiento</b>										
	Aplicación mensual insect-foliares	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	3,96	12 veces/año, 3 años	47532,276	47532,276	47532,276	
	Aplicación insecticida nematocidas: Terbufos	Insumos	1.040 CRC	kg	172,431	12 veces/año, 3 años	179328,24	179328,24	179328,24	
	Chapea de mantenimiento	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	2	1 vez/año, 35 años	24006,2	24006,2	24006,2	24006,2
	Control de hormigas	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	1	1 vez/año, 5 años	12003,1	12003,1	12003,1	12003,1
	Liberación de lianas	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	2	1 vez/año, 5 años	24006,2	24006,2	24006,2	24006,2
<b>Poda</b>										
	Poda de forma	Mano de Obra	12.003 CRC	jornales	3,5	Años 2,3		42010,85	42010,85	
	Equipo e insumos para poda (sierra)	Insumos	5.000 CRC	c/u	1	Años 2		5000		
	Resina cicatrizante	Insumos	4.500 CRC	250 g	1,3856	Años 2, 3		6235,2	6235,2	
<b>Raleos</b>										
	Costo de raleo	Servicios	5.329 CRC	m3	ver año	Años 6, 12 y 18				
<b>Cosecha final</b>										
	Costo de aprovechamiento	Servicios	5.329 CRC	m3	ver año	Año 35				
<b>Costos empresariales (tramites, impuestos, aspectos legales)</b>										
	Polizas	Costos Legales/certificación				Año 1	3612,0			
	Servicios profesionales (regencia forestal)	Servicios	600.000 CRC	año	30 horas/año	Años 0-6	6308,48	6308,48	6308,48	6308,48
	Encargado de la Finca	Mano de Obra	4.800.000 CRC	año	12 meses	Años 0-35	50467,88	50467,88	50467,88	50467,88
	Administración	Mano de Obra	2.880.000 CRC	año	12 horas/mes	Años 0-35	30280,73	30280,73	30280,73	30280,73

Figura 14. Resumen de los costos promedio (₡ /ha) incurridos en el proceso de establecimiento y manejo de la plantación forestal



➤ Sistema agrícola

COSTOS CULANTRO						2009	2010
ACTIVIDADES	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	UNIDAD	RENDIMIENTO d/ha	PERIODO DE INVERSION	1	2
<b>Establecimiento del cultivo</b>							
Primer riego: control de malezas	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	3	Año 1, 2 (primera corta)	32398,80	32398,80
Primer riego: Roundup	Insumos	2.550 CRC	lts	6	Año 1, 2 (primera corta)	15300,00	15300,00
Primer riego: Goal	Insumos	13.950 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera corta)	27900,00	27900,00
Lumbria y Desbasura	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	20	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	355735,10	355735,10
Segunda riego: control de malezas	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	3	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	129595,20	129595,20
Segunda riego: Gramoxone	Insumos	3.600 CRC	lts	6	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	54000,00	54000,00
Segunda riego: Goal	Insumos	13.950 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	90675,00	90675,00
Semilla	Mano de Obra	10.800 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera corta)	21599,20	21599,20
Cajuela	Insumos	35.000 CRC	c/u	8	Año 1, 2 (primera corta)	280000,00	280000,00
Tercer riego: Control de malezas	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	2	Año 1, 2 (primera corta)	21599,20	21599,20
Tercer Riego: Gramoxone	Insumos	3.600 CRC	lts	3	Año 1, 2 (primera corta)	10800,00	10800,00
<b>Mantenimiento del cultivo</b>							
Primer riego: control de malezas	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	86396,80	86396,80
Primer riego: Fusilade	Insumos	2.550 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	20400,00	20400,00
Primer riego: Goal	Insumos	13.950 CRC	lts	1	Año 1, 2 (primera corta)	55800,00	55800,00
Primer Deshierba	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	50	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	539980,00	539980,00
Primer Fumigación	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	86396,80	86396,80
Primer Fumigación: Colt	Insumos	5.915 CRC	lts	1	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	23660,00	23660,00
Primer Fumigación: Solver	Insumos	8.100 CRC	lts	1	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	32400,00	32400,00
Primer Fumigación: Vydate	Insumos	14.900 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	119200,00	119200,00
Primer Fertilización	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	86396,80	86396,80
Primer Fertilización: 10-30-10	Insumos	18.500 CRC	lts	5	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	370000,00	370000,00
Segunda Fumigación	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	86396,80	86396,80
Segunda Fumigación: Abaunt	Insumos	6.490 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	51920,00	51920,00
Segunda Fumigación: Arrivo	Insumos	13.950 CRC	lts	1	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	55800,00	55800,00
Segunda Fumigación: Lannate	Insumos	3.200 CRC	lts	4	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	51200,00	51200,00
Segunda Fumigación Multimineral	Insumos	3.200 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	25600,00	25600,00
Segunda Deshierba y desflora	Mano de Obra	10.164 CRC	jomal	35	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	1880314,10	1880314,10
Tercera Fumigación	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	86396,80	86396,80
Tercera Fumigación: Amistar	Insumos	11.750 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	94000,00	94000,00
Tercera Fumigación: Match	Insumos	4.800 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	38400,00	38400,00
Tercera Fumigación: Lannate	Insumos	3.200 CRC	lts	4	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	51200,00	51200,00
Tercera Fumigación: Arrivo	Insumos	13.950 CRC	lts	1	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	55800,00	55800,00
Tercera Fumigación: Multimineral	Insumos	3.200 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	25600,00	25600,00
Segunda Fertilización	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	1	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	43198,40	43198,40
Segunda Fertilización: Urea Asufrada	Insumos	16.100 CRC	lts	5	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	322000,00	322000,00
Segunda Fertilización: 18-46-0	Insumos	22.000 CRC	lts	5	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	330000,00	330000,00
Quarta Fumigación	Mano de Obra	10.800 CRC	jomal	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	86396,80	86396,80
Quarta Fumigación: Silvacur	Insumos	36.000 CRC	lts	0,5	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	72000,00	72000,00
Quarta Fumigación: Abaunt	Insumos	6.490 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	51920,00	51920,00
Quarta Fumigación: Lannate	Insumos	3.200 CRC	lts	4	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	51200,00	51200,00
Quarta Fumigación: Arrivo	Insumos	13.950 CRC	lts	1	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	55800,00	55800,00
Quarta Fumigación Multimineral	Insumos	3.200 CRC	lts	2	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	25600,00	25600,00
Corta	Mano de Obra	30 CRC	rollo	35.000	Año 1, 2 (primera -cuarta corta)	4200000,00	4200000,00

Figura 15. Resumen de los costos promedio (€/ha) incurridos en el proceso de establecimiento y manejo del cultivo agrícola de culantro

➤ Sistema ganadero

COSTOS GANADO						2012
ACTIVIDADES	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	UNIDAD	RENDIMIENTO	PERIODO DE INVERSION	4
<b>Insumos</b>						
Sal mineral	Insumo	410 CRC	Kg	3650	Anual	23601,62
Melaza	Insumo	450 CRC	litro	3650	Anual	25904,22
Herbicida 2-4D	Insumo	3.825 CRC	litro/ha	0,75	Anual	2868,75
Alambre de puas	Insumo	14.000 CRC	rollo	5	Anual	735,99
Grapas para cerca	Insumo	1.280 CRC	kg	10	Anual	134,58
Aretes	Insumo	400 CRC	Ud	50	Anual	315,42
<b>Productos veterinarios</b>						
Desparasitante interno (Ivomec)	Insumo	155.000 CRC	litro	1,39	Cada 6 meses	3397,91
Desparasitante externo (Ectoline)	Insumo	29.500 CRC	litro	1,39	Cada 6 meses	646,70
Vacuna anticarbonosa (Antrax)	Insumo	55.000 CRC	litro	0,492	Cada 6 meses	426,77
Vacuna (Ultrachoice)	Insumo	135.000 CRC	litro	0,82	Cada 6 meses	1745,87
Vitamina AD3E	Insumo	84.900 CRC	litro	0,82	Cada 6 meses	1097,96
<b>Mano de Obra</b>						
Encargado del ganado	Mano de Obra	3.840.000 CRC	año	1	Anual	40374,30
Servicios Veterinarios	Mano de Obra	30.000 CRC	visita	1	Anual	315,42
Mano de Obra externa (Riego de herbicida)	Mano de Obra	12.003 CRC	jomal/ha	1	Anual	12003,10
<b>Otros</b>						
Combustible	Insumo	100.000 CRC	año	1	Anual	1577,12
Electricidad	Insumo	120.000 CRC	año	1	Anual	1892,55
Caballos	otros	58.000 CRC	animal	2	Anual	1219,64
Tractores (Mantenimiento, cambio aceite..)	otros	50.000 CRC	año	1	Anual	525,71

Figura 16. Resumen de los costos promedio (€/ha) incurridos en el proceso de manejo de la cabaña ganadera



## 5.5 Flujo de Caja

Con toda la información anterior se elabora el siguiente flujo de caja proyectado para la inversión en un periodo de 35 años, con una inversión inicial (K) de 3.100.000 €/ha.

Tabla 16. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA			
AÑO	INGRESOS (I)	COSTOS (C)	BENEFICIO NETO (I-C)
<b>K</b>		3.100.000,00	
<b>1</b>	13.452.073,38	11.863.818,92	1.588.254,46
<b>2</b>	13.302.392,02	10.640.761,25	2.661.630,78
<b>3</b>	83.562,00	422.179,16	-338.617,16
<b>4</b>	229.121,13	265.856,22	-36.735,09
<b>5</b>	202.624,17	265.856,22	-63.232,05
<b>6</b>	197.234,43	296.996,68	-99.762,25
<b>7</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>8</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>9</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>10</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>11</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>12</b>	1.604.271,18	323.218,53	1.281.052,65
<b>13</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>14</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>15</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>16</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>17</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>18</b>	3.924.274,62	419.914,18	3.504.360,44
<b>19</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>20</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>21</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>22</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>23</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>24</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>25</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>26</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>27</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>28</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>29</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>30</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>31</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>32</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>33</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>34</b>	178.109,56	223.538,44	-45.428,88
<b>35</b>	20.873.109,58	1.091.411,79	19.781.697,79

En el flujo de caja se puede observar claramente que la inversión es mayor en los primeros años con la puesta en marcha de la plantación y el cultivo de culantro y en los años posteriores los costos se reducen considerablemente.

Se observa también que los ingresos son importantes los dos primeros años gracias fundamentalmente al cultivo del culantro, con una rentabilidad alta y también al ingreso proveniente de los Pagos por Servicios Ambientales que se reciben los 5 primeros años con mayores cuantías en los primeros años.

Según el régimen de raleos programados se observa que el primero de ellos en el año 6 supone más costos que ingresos debido a que el diámetro de los árboles es pequeño a esa edad y apenas tienen valor comercial, no así en las siguientes actuaciones en la plantación donde los ingresos superan a los gastos.

## 5.6 Estimación de los indicadores financieros

Los indicadores financieros son medidas del valor de la rentabilidad del proyecto considerando el valor del dinero en el tiempo (García *et al.* 2011). Los más utilizados son los siguientes:

Valor Actual Neto (VAN): Indica la ganancia neta generada por el proyecto.

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{B_j}{(1-i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1-i)^j}$$

Dónde:  $B_j$  = Beneficio en el periodo  $j$   
 $C_j$  = Costos en el periodo  $j$   
 $i$  = tasa de descuento  
 $j$  = Periodo de tiempo 0,1,2...n

Tasa interna de Retorno (TIR): Indica el tipo de interés que hace el VAN igual a 0.

$$\sum_{j=0}^n \frac{B_j}{(1-i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1-i)^j} = 0$$

Relación Beneficio Coste (B/C): Indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida.

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1-i)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1-i)^i}}$$

Para el cálculo de estos indicadores, se ha tomado una tasa de descuento similar al valor alternativo del dinero invertido en actividades comparables por su riesgo. En Costa Rica la tasa de interés a la que ha trabajado el crédito en actividades forestales es del 8%.

Los resultados del análisis practicado al manejo de la finca objeto de estudio se muestran en la Tabla 17. Estos resultados indican que es rentable esta estrategia de negocio que denominamos Forestaría de Ingreso Sostenible, ya que el VAN es mayor que cero, la Relación B/C mayor que uno y la TIR mayor que el costo de oportunidad del capital.

**Tabla 17.** Indicadores financieros

<b>VAN</b>	€ 2.675.417
<b>TIR</b>	20%
<b>B/C</b>	2,10

El Valor Actual Neto (VAN) refleja la ganancia neta en valor actual (año 2014) que se obtiene durante el periodo de rotación. Esto significa que se espera una ganancia neta de 2.675.417 colones (€), siendo el proyecto rentable desde el punto de vista financiero.

La TIR es un indicador del rendimiento financiero de la inversión analizada, que se puede comparar con el costo de oportunidad del dinero o con el rendimiento financiero promedio de otras alternativas de inversión a las que se tiene acceso. El valor obtenido es mayor a la tasa exigida al proyecto con una rentabilidad alta.

La relación B/C refleja los beneficios brutos y netos obtenidos por cada unidad monetaria de inversión, con un retorno del doble de lo invertido.

En resumen, los resultados del análisis financiero muestran que el modelo de gestión evaluado es rentable desde el punto de vista financiero.

Sin embargo en una evaluación de un proyecto empresarial hay otros puntos que evaluar, como por ejemplo el tiempo que tarda en recuperar la inversión, el riesgo que tiene el proyecto o la realización de un análisis de sensibilidad para conocer que parámetros alteran significativamente los indicadores económicos. Por falta de tiempo no se ha podido profundizar en todos estos aspectos pero el cálculo del VAN y la TIR son un interesante punto de partida.



## 6 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

Para dar respuesta al último objetivo del presente trabajo se proponen a continuación una serie de actuaciones a los problemas que se han identificado en las visitas realizadas a la finca para la redacción del presente estudio.

### 6.1 Identificación de la problemática

Dentro del análisis realizado en la primera parte del trabajo se han identificado una serie de problemas y dificultades que se generan en el desarrollo del manejo de la finca. A continuación se enumeran algunas de estas limitaciones que se han encontrado para posteriormente realizar unas propuestas de actuación en busca de su solución.

1. Escasos estudios e información sobre el crecimiento y manejo de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en Costa Rica debido a que no se trata de una especie forestal tradicional en plantaciones por la susceptibilidad al ataque del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller.).
2. Flujo de caja negativo durante un gran número de años del periodo de rotación de la plantación forestal, donde el ingreso ganadero es el único recurso que contrarresta a los gastos.
3. En la actualidad escaso mercado de la madera de caoba en la zona de estudio por el número mínimo de plantaciones que existen. También cabe destacar que existe poco desarrollo del sector de la transformación de la madera en el cantón de Turrialba.
4. La carga animal actual (0,74 UA/ha) de la cabaña ganadera está por debajo de las posibilidades de producción de la finca.
5. Parte importante de superficie dentro de la plantación de cedro (*Cedrela odorata* L.) no se ha desarrollado adecuadamente por un problema de procedencia de la semilla provocando el desarrollo de árboles con crecimientos mínimos y numerosos defectos de forma.



## 6.2 Acciones propuestas

A continuación se enumeran de forma correlativa una serie de propuestas (algunas de las cuales ya se han materializado parcialmente), que abordan los puntos planteados en el apartado anterior. A juicio del autor de este trabajo, asesorado por los técnicos y especialistas de CATIE se considera que estas propuestas pueden ayudar a una mejora en el manejo integral sostenible de la finca.

### 1. PUESTA EN MARCHA DE UN INVENTARIO FORESTAL CONTINUO

Ante la falta de información sobre el crecimiento y comportamiento de la caoba en plantaciones forestales en Costa Rica se propone desde CATIE al propietario realizar un seguimiento de la evolución de su plantación mediante la instalación de una red de parcelas permanentes.

Esta propuesta se encuentra justificada y desarrollada en el anejo nº1 “Inventario Forestal Continuo” ya que su diseño y puesta en marcha se realizó durante la duración de la beca de movilidad disfrutada por el autor del presente trabajo.

### 2. CULTIVO DE CACAO BAJO EL DOSEL DE COPAS

Para resolver la falta de ingresos suficientes que pueda invertir el flujo de caja negativo durante un gran número de años existen diversas alternativas entre las que puede ser interesante el cultivo de cacao asociado con la plantación.

El cacao es una planta que requiere de sombra principalmente en la fase de establecimiento, conforme se va desarrollando, el sombreado puede reducirse aumentando así la producción. Se trata de un ciclo que puede encajar perfectamente en la rotación de la plantación forestal después de realizarse el primer raleo (año 6-8) e ir reduciendo la densidad de arbolado con los siguientes tratamientos a medida que el cultivo de cacao demande mayor intensidad de luz.

Además como ya se comentó en el análisis de la finca, se encuentra establecida una pequeña superficie de cacao plantada bajo la caoba, en donde se podría ir ensayando mediante injertos y con ayuda del banco clonal de CATIE distintas variedades de cacao para descubrir las más productivas bajo esas condiciones.



### 3. PROMOCIÓN DE LA REFORESTACIÓN CON ESPECIES NOBLES

Uno de los problemas a los que se enfrenta la plantación al finalizar el turno es la falta de mercado actual en la zona de estudio, donde especies no tradicionales como cedro y caoba no ocupan demasiada superficie. Esta situación puede derivar a que no se obtenga el rendimiento económico esperado debido a los altos costos de extracción de la madera y posterior transporte a larga distancia, vendiéndose por un valor muy inferior a los precios de mercado internacionales.

En este punto es muy importante la implicación de CATIE y del recién creado Comité Forestal de Turrialba para que mediante charlas, salidas de campo y reuniones con propietarios forestales de la zona (ver Anejo fotográfico) ayuden a transmitir la idea de transformación del valle de Turrialba en el valle de las especies nobles (cedro, caoba, laurel...), aprovechando mejor así la economía de escala y dinamizando el sector forestal de la zona.

### 4. AUMENTO DE LA CABAÑA GANADERA ACTUAL

Como se ha comentado anteriormente la carga ganadera actual (0,74 UA/ha) está por debajo de las posibilidades de la finca. Por ello se propone aumentarla de forma gradual con la venta únicamente de terneros macho, dejando las hembras en la finca para su cría, desarrollo y posterior cubrición aumentando así la cabaña ganadera.

### 5. NUEVA REFORESTACIÓN

Existe una gran superficie de terreno dentro del lote de cedro en la finca "El June" que no se ha desarrollado adecuadamente, presenta numerosos defectos de forma y crecimientos mínimos. De modo que se propone reforestar de nuevo la zona ya que se trata de una superficie perdida que actualmente no tiene ni va a tener ningún rendimiento económico en el futuro.

En función de los datos que se obtengan del inventario forestal se podrá saber que especie de las dos que existen actualmente plantadas en la finca, se ha desarrollado mejor. Y así, poder decidir por que especie apostar a la hora de realizar la nueva reforestación.



## 7 BIBLIOGRAFÍA



- APAZA, A. (2009). *Determinación de la rentabilidad de la producción de madera en la finca forestal del CATIE. Plan de manejo forestal para caoba (Swietenia macrophylla)*. CATIE. Turrialba.
- ALVARADO, Y., SANABRIA, C., VILLALOBOS, J. (1999). *El cultivo de culantro coyote (Eryngium foetidum L.) para exportación*. MAG. Siquirres.
- BECKER, V. (1976). *Microlepidopteros asociados con Carapa, Cedrela y Swietenia en Costa Rica*. Whitemore JL: 75-101.
- BRENES, G., SOLANO, F., MCHUGH, A., SEGURA, S., RETANA, G. (1999). *Diagnóstico del Sistema Socio-ambiental que caracteriza a las Regiones de Turrialba y Jiménez*. San José.
- CANET, L. (2008). *Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca*. CATIE. Turrialba.
- CATIE. (2010). *Estudio de competitividad para la transformación de los sistemas de producción sostenible de ganadería bovina tradicional en modelos de producción sostenible en diferentes zonas agroecológicas de Costa Rica*. Programa de ganadería y manejo del medio ambiente. Turrialba.
- CORDERO, J. (2004). *Manual de árboles de Centroamérica. Descripciones de especies: Swietenia macrophylla*. OFI-CATIE. Turrialba.
- DE CAMINO, R., MORALES, J.P. (2013). *Las plantaciones de teca en América Latina: mitos y realidades*. CATIE. Turrialba.
- DE CAMINO, R., MORALES, J.P., ORDOÑEZ, Y., VINICIO, M., VILLALOBOS., R. (2013). *Forestería de Ingreso Sostenible para valorar los bosques y las tierras de vocación forestal*. Tercer Congreso Latinoamericano IUFROLAT. San José.
- DURÁN, A., GONZALEZ, M.I., MORA, D. (2009). *Estudio sobre la situación actual de la competitividad técnica del subsector exportador de culantro coyote en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. San José.
- FAO. (2007). *Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y El Caribe*. Roma.

- GARCIA, X., BARTOLO, S., ISLAS, J. (2011). *Evaluación financiera de plantaciones forestales de caoba en Quintana Roo*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 2-7. México.
- GONZÁLEZ, G.A., GALLEGOS, A., HERNANDEZ, E., MORALES, M.E. (2006). *Evaluación del tamaño y forma de sitio de muestreo para inventarios forestales en bosques tropicales*. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). México.
- GUARIGUATA, M.R. (2013). *Avances y perspectivas del manejo forestal para uso múltiple en el trópico húmedo*. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor, Indonesia.
- GÜNTER, S., WEBER, M., STIMM, B. (2011). *Silviculture in the Tropics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Nueva York.
- JANZEN, D. (1991). *Historia natural de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. San Jose.
- KRISNAWATI, H., KANNINEN, M. KALLIO, M. (2011). *Swietenia macrophylla King Ecology, silviculture and productivity*. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor, Indonesia.
- LESMESS, C.M., RODRÍGUEZ, C., ORTEGA-REYES, M., HECHEVARRIA, I. (1998). *Estudio de las condiciones de cultivo sobre rendimiento del follaje y el porcentaje de culantro coyote (Eryngium foetidum L.)*. Revista Cubana de Plantas Medicinales 3(1). La Habana.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DE PERU. (2012). *Manual base para la Planificación y Ejecución de Inventarios Forestales en Bosques de Producción Permanente*. Lima.
- NAIR, P.K.R. (1983). *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publisher. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). Netherlands.
- OIMT. (2012). *Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas*. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Yokohama.



OROZCO, L., BRUMER, C. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. CATIE. Turrialba.

PANDEY, D. (1983). *Growth and yield of plantation species in the tropics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma.

RAMÍREZ-SÁNCHEZ J. (1964). *Investigación preliminar sobre la biología, ecología y control de *Hypsipyla grandella* Zeller*. Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano 16: 54-77. Mérida. Venezuela.

SABOGAL, C., CASAZA, J. (2010). *Casos ejemplares de manejo forestal sostenible en América Latina y el Caribe*. FAO. Roma.

SALAZAR, M.R. (2009). *Propuesta de procedimientos para el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones beneficiarias del PINFOR*. Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal, INAB. Guatemala.

SANDS DPA, M.S. (2001). *Prospects for biological control of *Hypsipyla* spp. with insect agents*. Floyd RB: 121-130.

VALLEJO, A., NAVARRO, G., PEDRONI, L. (2004). *Las plantaciones forestales no han dado de comer! pasado, presente y futuro del tema plantaciones forestales*. VI Semana Científica del CATIE. Turrialba.



# ANEJOS



## ÍNDICE DE ANEJOS

	Pág.
<b>ANEJO Nº1 INVENTARIO FORESTAL CONTINUO.....</b>	<b>65</b>
1 JUSTIFICACIÓN.....	66
2 DATOS CARTOGRAFICOS DE PARTIDA.....	67
3 DISEÑO DEL INVENTARIO.....	68
3.1 Determinación del tamaño de la muestra.....	68
3.2 Disposición de la muestra.....	69
3.3 Distribución de las parcelas de muestreo.....	71
3.4 Tamaño y forma de la parcela de muestreo.....	72
3.5 Protocolo de medición de parcelas.....	73
<b>ANEJO Nº2 ANEJO FOTROGRÁFICO.....</b>	<b>78</b>
1 VISTAS PANORÁMICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	79
2 PLANTACIÓN FORESTAL.....	80
3 LEVANTAMIENTO GPS.....	81
4 PROMOCIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN.....	82
5 INVENTARIO FORESTAL CONTINUO.....	83



## ANEJO N°1

# Inventario Forestal Continuo



## INVENTARIO FORESTAL CONTINUO

### 1 JUSTIFICACIÓN

En un análisis de finca detallado una parte importante de su desarrollo, es determinar las existencias con las que se cuenta para poder tener una toma de decisiones basada en datos reales y actualizados. Por ello una de las primeras actuaciones a llevar a cabo es un inventario forestal que nos ayude a estimar las existencias maderables que existen en la actualidad.

También se pretende incrementar y mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) a nivel de plantaciones, dado que como se ha comentado en la memoria no existe en la actualidad demasiada información de esta especie en Costa Rica.

El inventario se realizara a través de la puesta en marcha de una red de parcelas permanentes de muestreo sobre toda la superficie forestal de la finca con remediones periódicas para estudiar la evolución de la plantación.

Los objetivos de la puesta en marcha de esta red de parcelas son variados, intentando abarcar la mayor cantidad de información posible con un coste económico ajustado. Algunos de estos objetivos son los que se enumeran a continuación:

- ✚ Caracterizar dasométricamente: altura, diámetro, área basal y volumen maderable las plantaciones de *Swietenia macrophylla* King y *Cedrela odorata* L. de la finca.
- ✚ Estimar tasas de incremento medio anual en diámetro y en altura para caoba y cedro bajo condiciones de clima tropical húmedo en Tres Equis (Costa Rica).
- ✚ Establecer comparaciones de crecimiento de las especies para sitios diferentes y distintas condiciones de manejo.

Con estos ensayos y a través de un programa de monitoreo anual nos permitirán disponer de indicadores de crecimiento, dasométricos y ecológicos que enriquecerán la base de datos de la finca y poder así ajustar mejor las operaciones de manejo tales como raleos o podas. En resumen se trata de investigar para proyectar un manejo basado en evidencias científicas.



## 2 DATOS CARTOGRÁFICOS DE PARTIDA

A la hora de elaborar los mapas del inventario se partió de información facilitada por los propietarios de la finca (mapas catastrales), datos de coordenadas GPS sobre las plantaciones acogidas al programa de Pagos por Servicios Ambientales, facilitadas por el regente forestal y puntos GPS tomados por el autor del presente trabajo.

La ortofoto utilizada posee una resolución de 50cm que permite observar de forma clara elementos identificables en el terreno. Igualmente se dispone de distintas capas vectoriales con información necesaria para acometer el inventario como curvas de nivel, vías de comunicación... facilitadas por el departamento de Cómputo del CATIE.

La georreferenciación de las capas de partida ha sido un hándicap importante a la hora de elaborar los mapas de inventario. En Costa Rica se utilizan geodatos en los siguientes sistemas de referencia:

- Lambert Norte (CRLN)
- Lambert Sur(CRLS)
- Costa Rica Transversal de Mercator 1998 (CRTM90)
- Costa Rica Transversal de Mercator 2005 (CRTM05)

A partir de junio del 2005 el sistema de referencia oficial es CRTM05 (Decreto N° 33797-MJ-MOPT del 6 de junio del 2007). Pero aun cuando el Sistema de Referencia Cartográfico oficial es CRTM05- Datum-eliposide Wgs84; mucha cartografía todavía se encuentra en el antiguo sistema Lambert (Norte y Sur) o en CRTM90.

En nuestro caso se ha decidido trabajar la cartografía con el sistema de referencia CRTM90 ya que la mayoría de la información recogida se hallaba en este sistema. Los datos proporcionados por el regente forestal sobre las plantaciones se encontraban en coordenadas Lambert Norte por lo que fue necesaria su transformación.

Para ello se han utilizado varios programas de ofimática (Microsoft Excel, Access...) y uno especializado en conversión de coordenadas (GPS Utility) que han convertido las coordenadas y transformado los puntos a un formato .shape, apto para su lectura en ArcGis 10.



Para la búsqueda de la situación de las parcelas se utilizó un GPS de la marca “Garmin” que debe configurarse para el ajuste de la cuadrícula UTM, debido a que el parámetro escala cambia según el sistema de referencia escogido.

	Costa Rica Transversal de Mercator (CRTM90)	Costa Rica Transversal de Mercator (CRTM05)
<b>Origen de longitud</b>	84° 00.00 W	84° 00.00 W
<b>Falso este</b>	500000 metros	500000 metros
<b>Falso norte</b>	0 metros	0 metros
<b>Escala</b>	0.9996	0.9999
<b>Datos de mapa (datum):</b>	WGS84	WGS84

Tabla 1. Parámetros de configuración del GPS según sistema de referencia elegido

### 3 DISEÑO DEL INVENTARIO

#### 3.1 Determinación del tamaño de la muestra

El cálculo para determinar el tamaño de la muestra se ha realizado en función de la intensidad de muestreo. La relación porcentual entre el tamaño del área muestreada y el área total de la población nos da la intensidad de muestreo (i), definida por la siguiente fórmula (Orozco y Brumer 2002):

$$i = \text{Superficie de la muestra} / \text{Superficie de la población}$$

Trabajar con intensidades de muestreo simplifica el proceso de diseño ya que no se hace necesario un cálculo de la variabilidad de la población mediante un muestreo. Este muestreo supone mayor precisión en el cálculo exacto del número de parcelas necesarias en función del error de muestreo exigido pero se ha decidido no realizarlo ya que supone un costo no necesario para los objetivos del inventario.

La experiencia de la empresa costarricense Panamerican Wood en inventarios continuos en el norte del país muestra buenos resultados de estimación de volumen comercial con un error de estimación del 3-4% aplicando un porcentaje de muestreo del 2,5% (de Camino y Morales 2013). Por ello se ha escogido este porcentaje para calcular el número de parcelas a inventariar.

Siguiendo este criterio a continuación se explica la forma de cálculo de una de las superficies de plantación, quedando de la siguiente manera:

Finca el June.

- Superficie de Cedro: 39,24 ha
- Tamaño de la parcela a inventariar: 0,05 ha

Tamaño de la población (N) =  $39,24 / 0,05 = 784,8$  parcelas conforman el total de la superficie de plantación de Cedro.

- Aplicando un % de muestreo de 2,5:

$$784,8 * 0,025 = 19,62 \approx 20 \text{ parcelas de muestreo a inventariar}$$

Aplicando los mismos cálculos en las respectivas fincas se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 2.** Asignación del número de parcelas por finca y bloque

Nombre de la Finca	Bloque	Número de parcelas
El June	Cedro	20
El June	Caoba	16
Agroturrialba	Ceibo	5
Agroturrialba	Marginata	4
García y Núñez	Caoba y Palma	4
<b>TOTAL</b>		<b>49</b>

### 3.2 Disposición de la muestra

La estratificación forestal consiste en dividir el área del bosque en sub-áreas o zonas con características comunes (Ministerio de Agricultura de Perú 2012). Se realiza para obtener estratos o áreas con menor variabilidad. Debido a la ausencia de un premuestreo para hallar este factor es especialmente importante esta subdivisión del área a muestrear para obtener una mayor precisión y disminuir el error.

Gran parte del terreno de las fincas dedicadas al sistema forestal son quebradas y con diferencias de pendiente importantes. Por ello se ha considerado que puede haber diferencias significativas en el crecimiento de los árboles debido a la variable pendiente del terreno. De modo que se ha decidido estratificar las fincas en función de

las siguientes categorías de pendientes:

- Pendiente suave: de 0 a 15%
- Pendiente moderada: de 15 a 35%
- Pendiente fuerte: de 35 a 60%
- Escarpado: >60%

La estratificación se ha llevado a cabo con ayuda del programa informático ArcGis.10, el tamaño de la celda elegida para crear los archivos con formato raster de la pendiente ha sido de 5 metros. Una vez creado las diferentes capas raster se han convertido a un nuevo formato .shape para poder calcular la superficie de cada categoría de pendientes.

A continuación se muestra la distribución de las parcelas para cada estrato que se realizó de forma proporcional a la superficie de cada uno de ellos.

Finca el June:

**Tabla 3.** Asignación de parcelas por estrato. Bloque: Cedro

Nombre	Pendiente (%)	Superficie (ha)	%	Número de parcelas
<b>Estrato 1</b>	0-15	15,025	38,29	7
<b>Estrato 2</b>	15-35	15,728	40,14	8
<b>Estrato 3</b>	35-60	7,356	18,69	4
<b>Estrato 4</b>	>60	1,131	2,88	1

**Tabla 4.** Asignación de parcelas por estrato. Bloque: Caoba

Nombre	Pendiente (%)	Superficie (ha)	%	Número de parcelas
<b>Estrato 1</b>	0-15	6,923	21,77	4
<b>Estrato 2</b>	15-35	12,731	40,01	6
<b>Estrato 3</b>	35-60	9,408	29,65	5
<b>Estrato 4</b>	>60	2,727	8,57	1



Finca Agroturrialba:

**Tabla 5.** Asignación de parcelas por estrato. Bloque: Ceibo

Nombre	Pendiente (%)	Superficie (ha)	%	Número de parcelas
<b>Estrato 1</b>	0-15	1,333	14,03	1
<b>Estrato 2</b>	15-35	4,860	51,26	3
<b>Estrato 3</b>	35-60	2,725	28,48	1
<b>Estrato 4</b>	>60	0,570	6,01	0

**Tabla 6.** Asignación de parcelas por estrato. Bloque: Marginata

Nombre	Pendiente (%)	Superficie (ha)	%	Número de parcelas
<b>Estrato 1</b>	0-15	2,459	32,70	1
<b>Estrato 2</b>	15-35	5,042	67,30	3

Finca García y Núñez:

**Tabla 7.** Asignación de parcelas por estrato. Bloque: Caoba y palma

Nombre	Pendiente (%)	Superficie (ha)	%	Número de parcelas
<b>Estrato 1</b>	0-15	2,309	27,40	1
<b>Estrato 2</b>	15-35	3,776	41,54	2
<b>Estrato 3</b>	35-60	1,998	21,98	1
<b>Estrato 4</b>	>60	0,828	9,11	0

### 3.3 Distribución de las parcelas de muestreo

Una vez asignada la muestra sobre los estratos de pendiente solo resta determinar la situación de las unidades de muestreo en el terreno.

Para ello se ha utilizado una malla o grid en donde se ha calculado la distancia entre los puntos de la cuadrícula según la siguiente fórmula:

$$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

d = distancia entre los puntos centrales (km)

A = superficie total del bloque a inventariar (km<sup>2</sup>)

n = número de unidades de muestreo

Debido a la irregularidad de la forma y espaciamiento de los estratos resulta imposible realizar un muestreo sistemático puro. Por ello, se ha superpuesto la malla de muestreo sobre cada finca y se han desplazado alguno de los puntos del grid para cumplir la distribución de parcelas por estratos calculada anteriormente.

### 3.4 Tamaño y forma de la parcela de muestreo

Se establecen parcelas de muestro o unidades de muestreo circulares con una superficie de 500 m<sup>2</sup> o 0,05 hectáreas y un radio de parcela de 12,62 metros.

Este tipo de parcelas son las más utilizadas en América del Norte y en el Noroeste de Europa, debido a su facilidad para delimitarlas, ya que una vez establecida la posición de su centro, únicamente es necesario “lanzar” radios desde éste hacia donde se encuentren los árboles. Además por la forma inciden menos árboles orilla.

Algunos estudios como el de González *et al.* (2006) demuestran que en bosques tropicales los sitios circulares de 250 y 500 m<sup>2</sup> presentan un menor coeficiente de variación en comparación con los rectangulares. Además otro factor muy importante es el tiempo requerido para el trazo del sitio y la toma de datos, mucho menor en los sitios circulares que en los rectangulares.

Hay que tener presente que los tamaños de las unidades de muestreo siempre se refieren al plano horizontal. En terrenos inclinados hay que hacer la corrección de pendiente de forma que la proyección horizontal de la unidad corresponda al tamaño originalmente definido. Una de las formas de realizarlo es el “método del banqueo”.





Foto 1. Corrección de la distancia en terreno inclinado por el “método del banqueo”

### 3.5 Protocolo de medición de parcelas

#### ➤ Equipo y material

- Cinta métrica (distancias)
- Brújula (rumbos)
- Cinta diamétrica (diámetros)
- Barra telescópica (alturas)
- Suunto (pendientes)
- Tabla y formularios de toma de datos
- Lápiz o portaminas
- Mapas de la finca
- Poste de madera
- Pintura naranja y brocha
- Etiquetas de numeración de parcelas
- Martillo, clavos y machete
- Tiza o crayón de marcación preliminar
- Palo de marcación del DAP de 1,30m
- GPS
- Antimosquitos y protector solar



Foto 2. Material utilizado en el inventario

### ➤ Numeración de parcelas

Las parcelas serán numeradas con números correlativos (1,2,3...) por bloques siguiendo siempre el mismo patrón: Comenzando la numeración de norte a sur y de izquierda a derecha. Ejemplo: La parcela 1 del bloque Caoba será la situada en la posición más al norte y a la izquierda del bloque (ver plano nº5 "Parcelas y pendientes El June").

### ➤ Demarcación y señalamiento de parcelas

Las parcelas deben marcarse en el terreno de manera que, se puedan reubicar en el futuro por personas diferentes a los que las establecieron originalmente, con el fin de asegurar las mediciones futuras sin errores (Salazar 2009).

Para tal efecto, se clavaron en el centro de cada parcela un poste de madera pintado en su parte superior de un color fluorescente como el naranja para su mejor visualización. En cada una de las estacas se clavaron en su parte superior una placa metálica con el número de parcela correspondiente. Finalmente, apoyado por un aparato GPS, se procedió a tomar una coordenada geográfica de referencia en el centro de la parcela.



Foto 3. Marcación del centro de la parcela

### ➤ Numeración y marcado de árboles

Los árboles dentro de la parcela se numerarán en forma secuencial (1,2,3...), iniciando la secuencia en el árbol situado más al norte y siguiendo la numeración girando desde el centro de la parcela (con radio 12,62 metros) en el sentido de las agujas del reloj.

A cada árbol se le asigna un número único y, en caso de que el árbol desaparezca o muera entre mediciones, este número no se utilizará más.

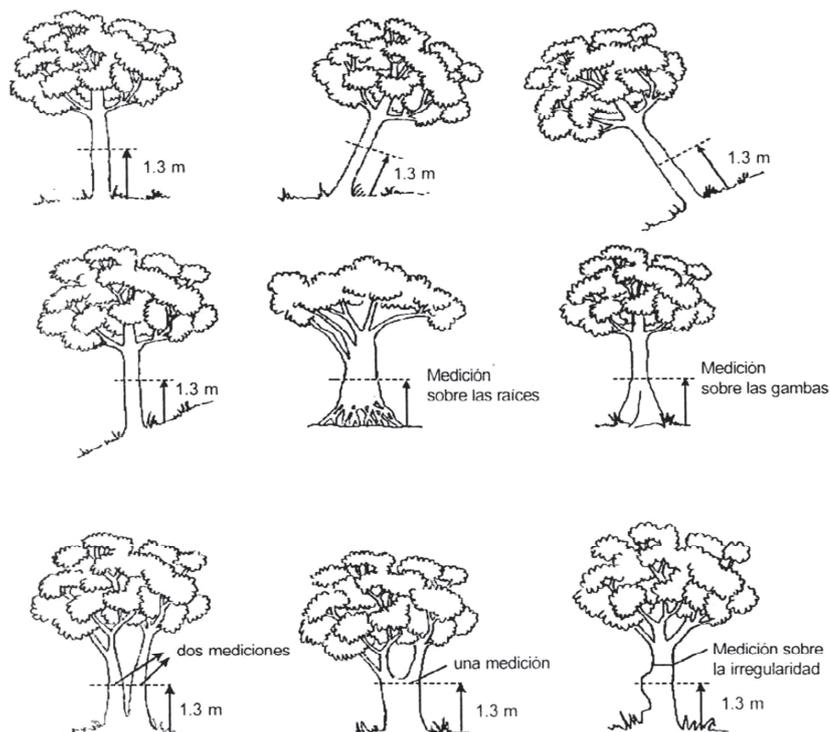
En primer lugar la persona encargada de medir el diámetro a la altura del pecho

(DAP), marcara con una línea el lugar de la medición y el número del árbol con un crayón o tiza azul (ver Foto 4). Más tarde otra persona pintará con pintura fluorescente naranja estas marcas (DAP y número) en los árboles de tal forma que la persona situada en el centro pueda visualizar todos los números desde esa posición para una mayor rapidez en las anotaciones de las remediciones futuras.

### ➤ Toma de datos

En cada una de las parcelas se midieron las siguientes variables:

- *Diámetro a la altura del pecho (DAP)*: con ayuda de una cinta diamétrica y una vara de 1,30 metros se midieron todos los diámetros de los árboles incluidos dentro de la parcela. La metodología de medición se muestra en la Figura 1 y Foto 4.



**Figura 1.** Localización del diámetro de referencia en árboles con diferente forma de fuste

- *Altura total*: medida con barra telescópica que puede medir árboles de hasta 15 metros. Posee una cinta amarilla fluorescente en la punta para que con su movimiento se visualice mejor el enrase entre la copa del árbol y la punta de la barra telescópica.

- *Rumbo*: medida con una brújula desde el centro de la parcela a todos los árboles incluidos dentro de ella.
- *Distancia del árbol al centro de la parcela*: medida con cinta métrica. Esta medida junto con el rumbo nos permitirá geolocalizar todos los árboles medidos y solo será necesaria en el primer muestreo.
- *Observaciones*: En este apartado se apuntarán cualquier incidencia relativa al árbol descrito tales como ataque de plagas, mortalidad o medición del DAP a una altura diferente a 1,30 metros.

El formulario utilizado para la toma de datos en el campo con toda la información que se registra se muestra en la siguiente página.

#### ➤ Procedimiento de medición

La cuadrilla de trabajo habitualmente es de cuatro personas. El anotador se coloca en el centro de la parcela con el formulario de toma de datos, la brújula para medir los rumbos y un extremo de la cinta métrica. Dos personas se encargaran de las mediciones de las variables de altura y diámetro de los árboles y la restante chapeara o limpiara con machete todo el radio de la parcela para poder mover con facilidad la cinta métrica. Por último se realizara el pintado de la numeración de los árboles y la marca circular de medición del DAP con pintura fluorescente naranja.



Foto 4. Metodología de medición del DAP



Programa de Producción y Conservación en Bosques

Finca:	Municipio: <i>Tres Equis</i>	Fecha:	Nº de parcela:
Bloque:	Posición GPS centro parcela (X,Y):		
Pendiente:	Especie y marco plantación:		
Equipo de trabajo, Anotador(A):			
Tamaño y forma parcela: <i>CIRCULAR, Superficie:500m2, radio: 12,62m</i>			
Elementos singulares:			
<p><u>Léase en columnas:</u> Arb: Numero de árbol; Dist: Distancia horizontal (m); DAP: Diámetro a la altura del pecho (mm), Alt Tot: Altura total (m).</p>			

**Toma de datos:**

Arb	Rumbo	Dist	DAP	Alt Tot	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					



## ANEJO N°2

# Anejo Fotográfico



## 1 VISTAS PANORÁMICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO



**Foto 1.** Panorámica de la zona con campo de culantro en primer plano y cerros al fondo



**Foto 2.** Panorámica del paisaje quebrado y montañoso de la zona desde lo alto del cerro

## 2 PLANTACIÓN FORESTAL



Foto 3. Plantación de caoba (*Swietenia macrophylla* King.)



Foto 4. Plantación de cedro amargo (*Cedrela odorata* L.)

### 3 LEVANTAMIENTO GPS



Foto 5. Marcación de waypoints alrededor de las fincas

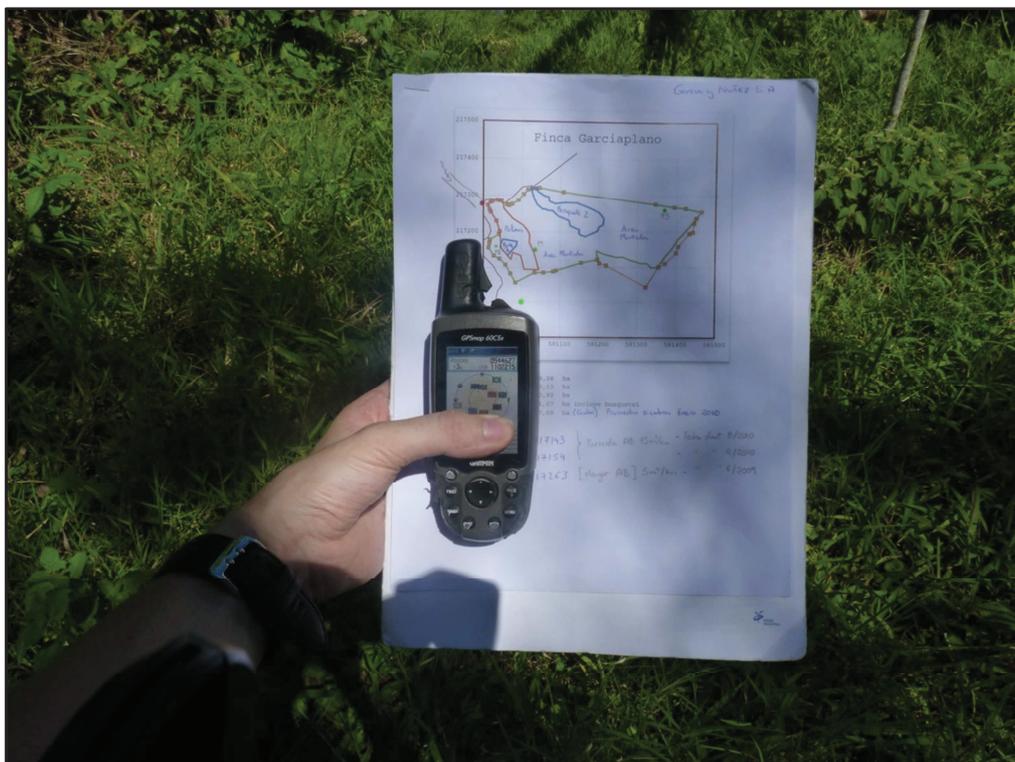


Foto 6. Material utilizado GPS Garmin Map 60 CSx

## 4 PROMOCIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN



Foto 7. Día de campo realizado con finqueros del cantón de Turrialba

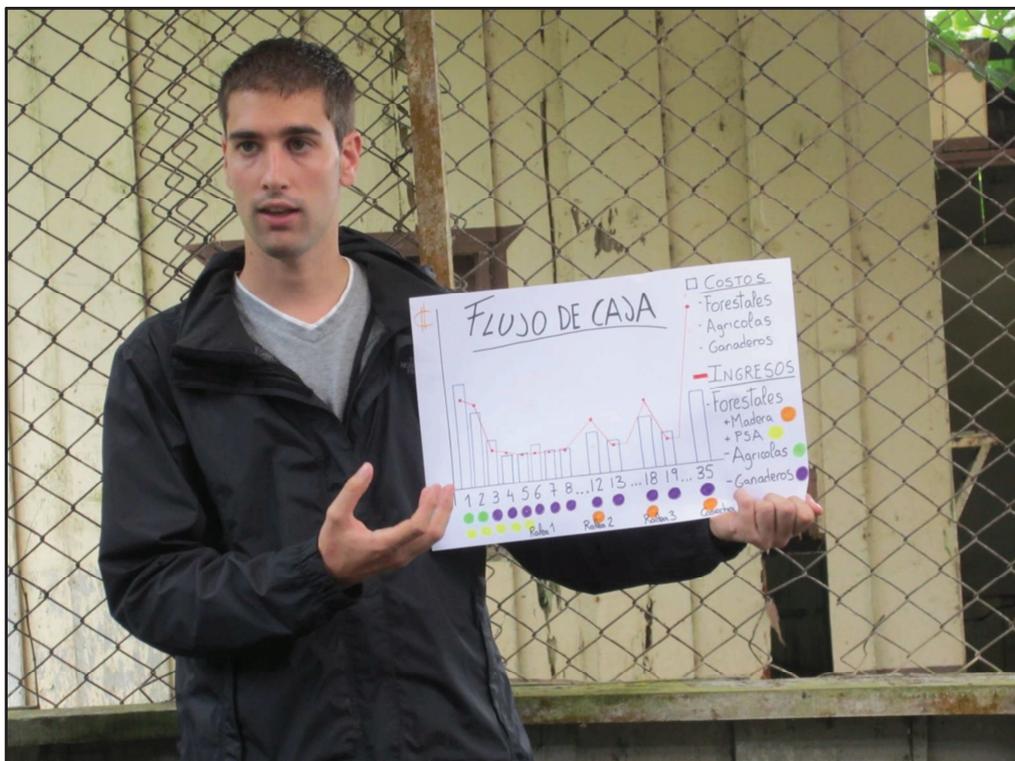


Foto 8. Explicación del modelo de gestión y del concepto de flujo de caja

## 5 INVENTARIO FORESTAL CONTINUO



Foto 9. Medición de la altura del árbol con barra telescópica



Foto 10. Marcación del centro de la parcela circular



Foto 11. Parcela de muestreo en terreno llano



Foto 12 y 13. Parcela de muestreo con pendiente fuerte y abundante sotobosque (no pastoreada)

# PLANOS



## ÍNDICE DE PLANOS

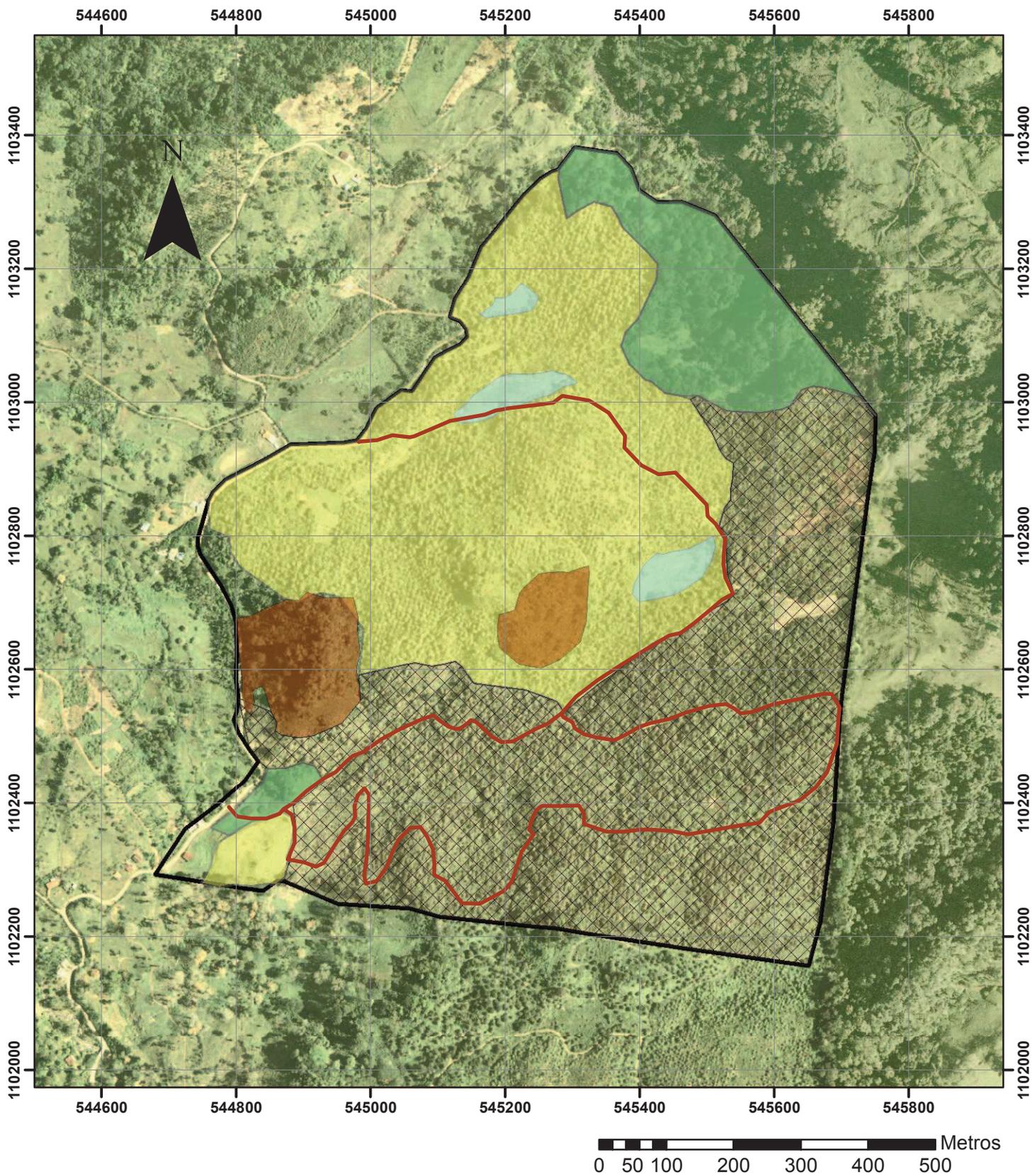
-  PLANO N° 1 → Mapa de situación
-  PLANO N° 2 → Superficies de la finca El June
-  PLANO N° 3 → Superficies de la finca Agroturrialba
-  PLANO N° 4 → Superficies de la finca García y Núñez (GyN)
-  PLANO N° 5 → Mapa de pendientes y parcelas El June
-  PLANO N° 6 → Mapa de pendientes y parcelas Agroturrialba
-  PLANO N° 7 → Mapa de pendientes y parcelas García y Núñez

# MAPA PROVINCIAL DE COSTA RICA

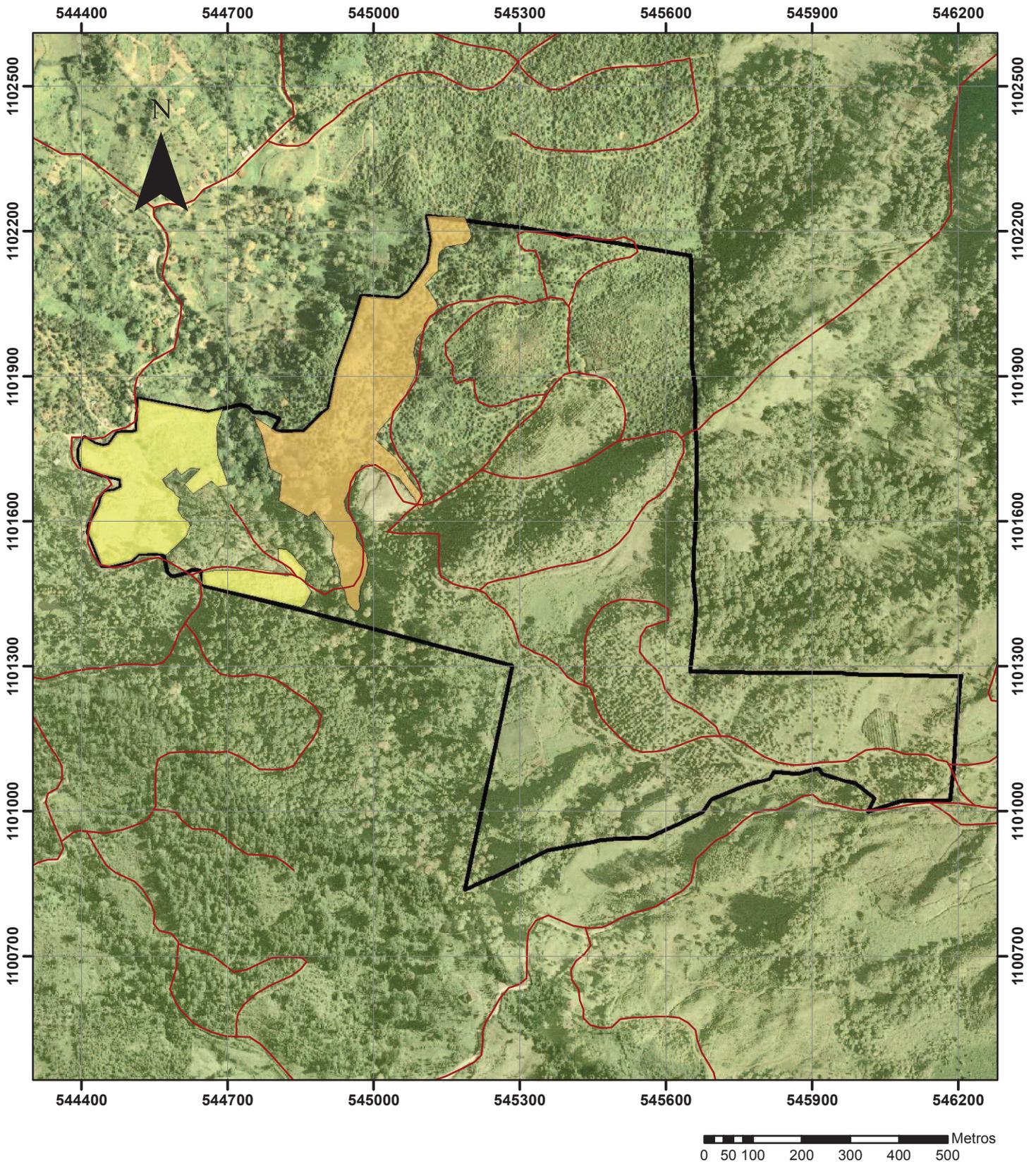


0 10 20 40 60 80 100 Kilometros

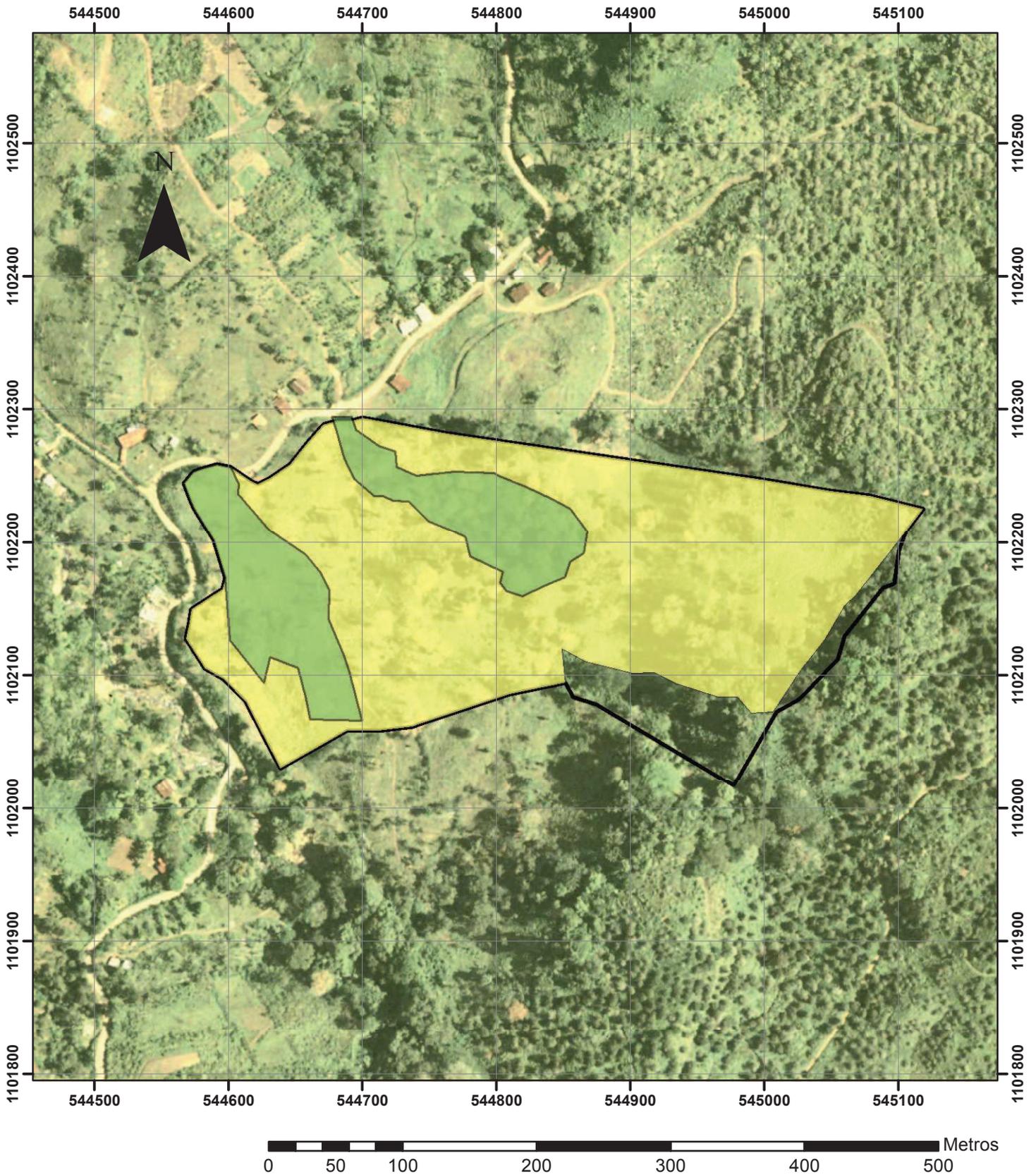
<b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)</b>		Plano n° <b>1</b>
Título del plano <b>Mapa de situación</b>		Localización administrativa: - Región Central - Provincia Cartago - Cantón Turrialba - Distrito Tres Equis
Autor Diego Álvarez González		Escala <b>1:2.200.000</b>  Sistema de Coordenadas <b>UTM</b> (CRTM90)

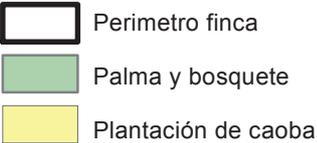


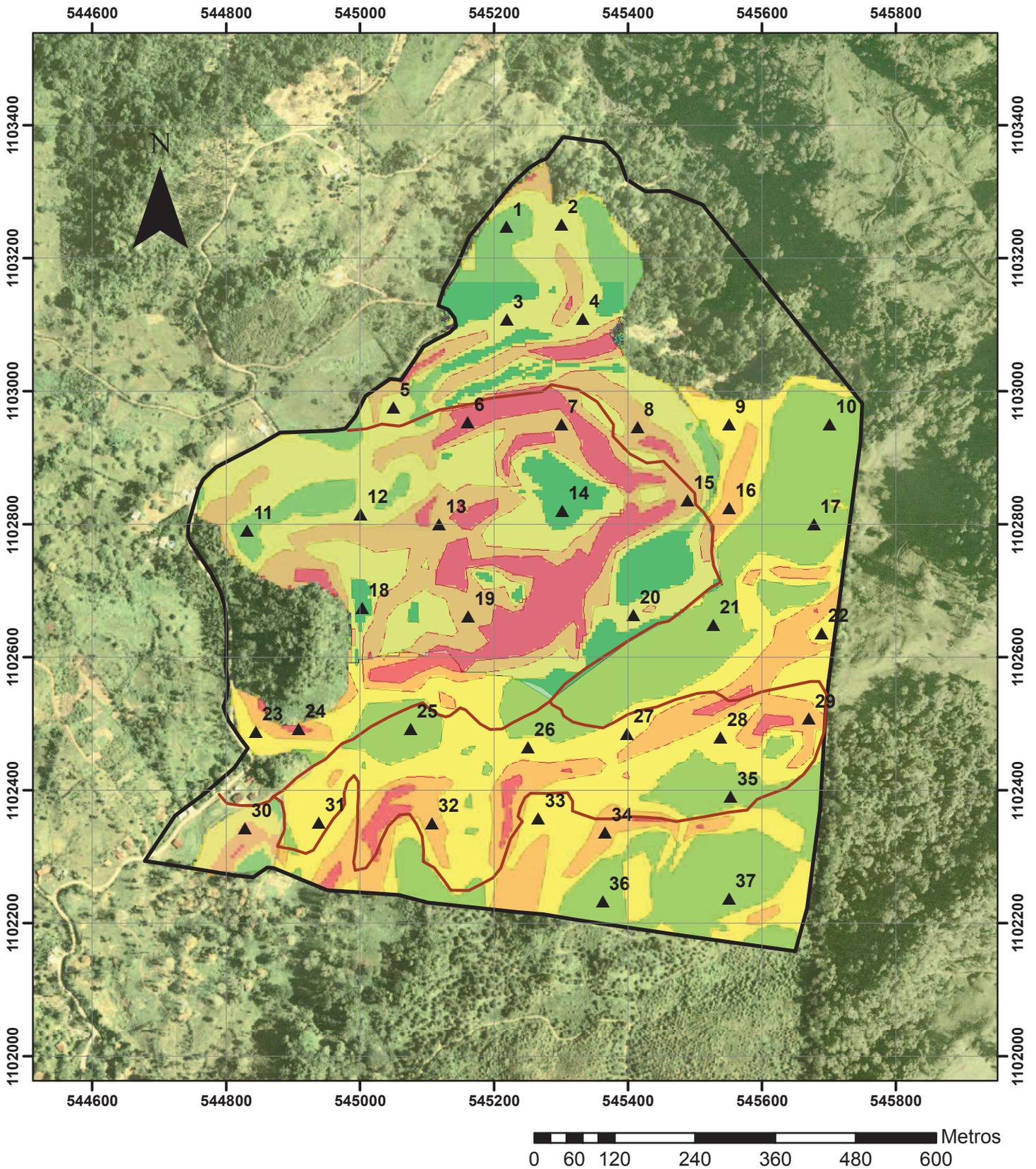
<b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)</b>		Plano n° <b>2</b>
Título del plano <b>Superficies finca El June</b>		Escala <b>1:8.000</b>
Autor Diego Álvarez González	  Universidad de Valladolid Campus de Palencia	Sistema de Coordenadas <b>UTM</b> (CRTM90)
<b>Leyenda</b>  Caminos internos  Bosque natural  Cerros sin plantar  Superficies mal drenadas  Plantación cedro  Plantación caoba		



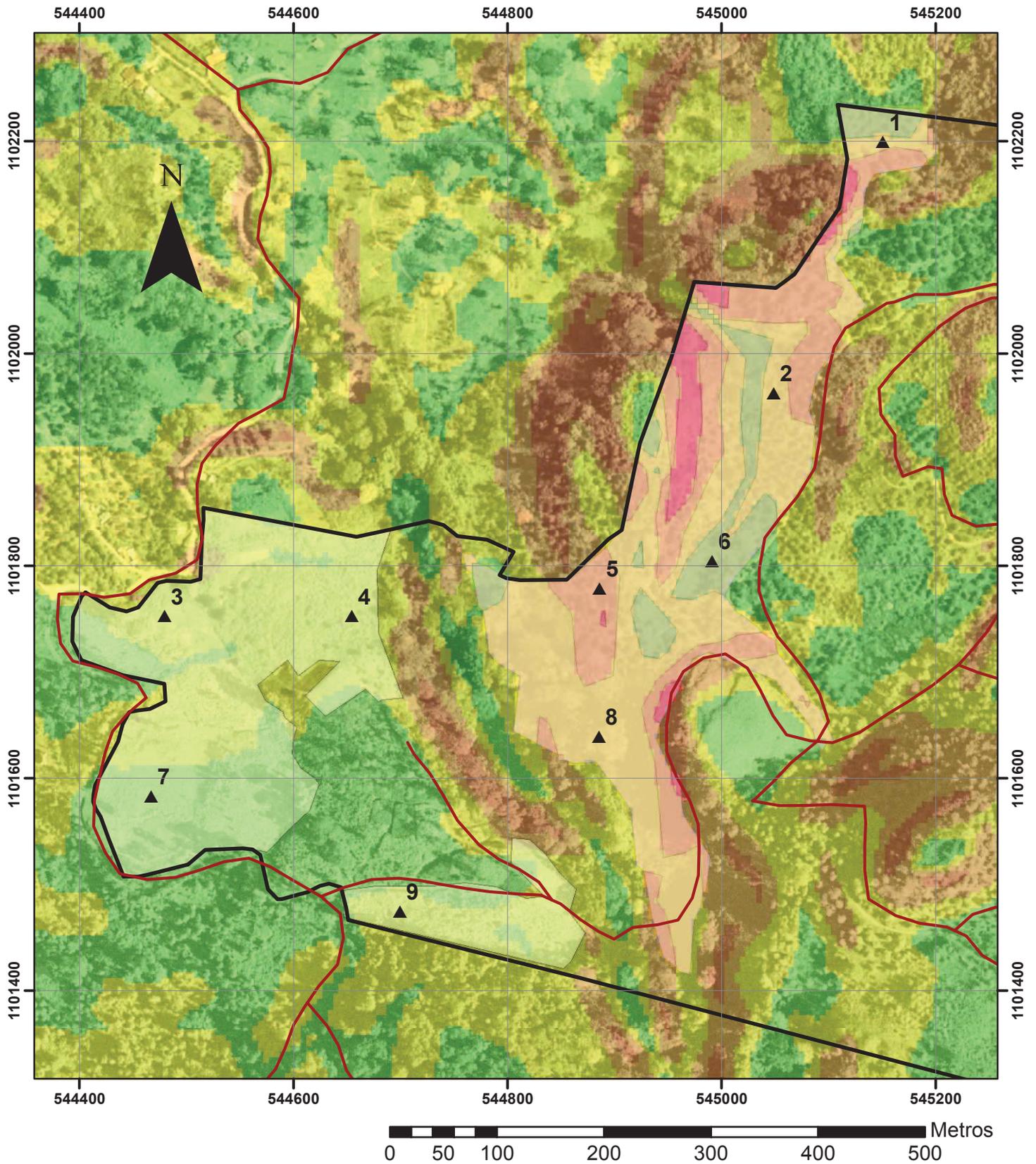
<p align="center"><b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)</b></p>		<p>Plano n°</p> <p align="center"><b>3</b></p>
<p>Título del plano</p> <p align="center"><b>Superficies finca Agroturrialba</b></p>	<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">—</span> Caminos y vías públicas</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Perímetro finca</li> <li><span style="background-color: orange; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Caoba (Lote marginata)</li> <li><span style="background-color: yellow; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Caoba (Lote ceibo)</li> </ul>	<p>Escala</p> <p align="center"><b>1:11.000</b></p>
<p>Autor</p> <p>Diego Álvarez González</p>		<p>Sistema de Coordenadas</p> <p align="center"><b>UTM</b> (CRTM90)</p>



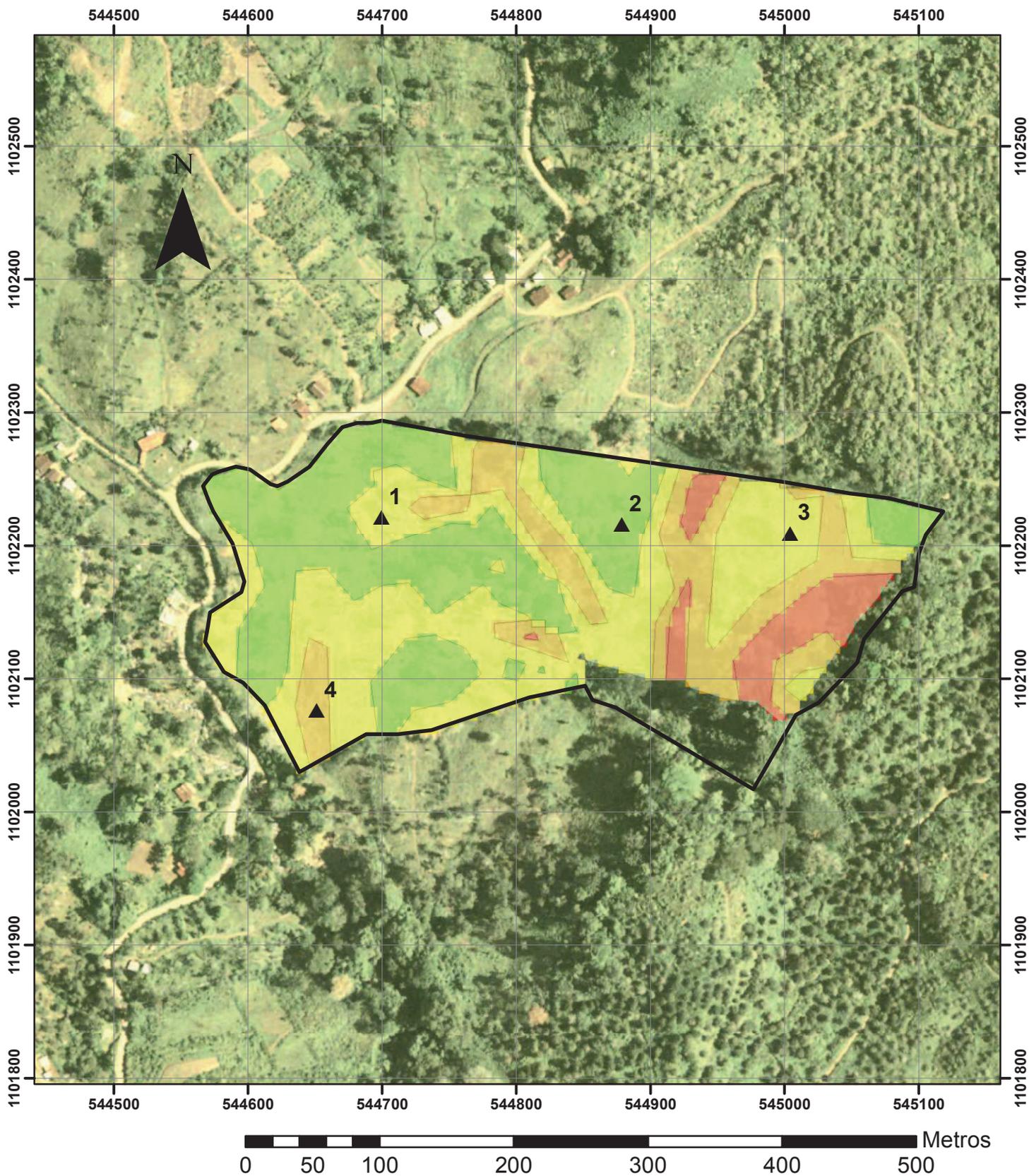
<b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)</b>		Plano n° <b>4</b>
Título del plano <b>Superficies finca Garcia y Nuñez</b>		Escala <b>1:4.000</b>
Autor Diego Álvarez González		Sistema de Coordenadas <b>UTM</b> (CRTM90)
<b>Leyenda</b> 		



<b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)</b>		Plano n° <b>5</b>
Título del plano <b>Parcelas y pendientes El June</b>		Escala <b>1:8.000</b>
Autor Diego Álvarez González		Sistema de Coordenadas <b>UTM</b> (CRTM90)
Código colores: Pendientes ▲ nº parcela ■ 0-15% ■ 15-35% ■ 35-60% ■ >60%		



<p align="center"><b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)</b></p>		<p>Plano n°</p> <p align="center"><b>6</b></p>
<p>Título del plano</p> <p><b>Parcelas y pendientes Agroturrialba</b></p>	<p>Codigo colores: Pendientes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ n° parcela</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #4CAF50; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 0-15%</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFEB3B; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 15-35%</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF9800; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 35-60%</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #F44336; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt;60%</li> </ul>	<p>Escala</p> <p align="center"><b>1:5.000</b></p>
<p>Autor</p> <p>Diego Álvarez González</p>	<p align="center">   <b>Universidad de Valledolida</b>          Campus de Palencia       </p> <p align="center">  </p>	<p>Sistema de Coordenadas</p> <p align="center"><b>UTM</b> (CRTM90)</p>



<b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN UNA FINCA TIPO DE TRES EQUIS (COSTA RICA)</b>		Plano n° <b>7</b>
Título del plano <b>Parcelas y pendientes GyN</b>		Escala <b>1:4.000</b>
Autor Diego Álvarez González		Sistema de Coordenadas <b>UTM</b> (CRTM90)
Código colores: Pendientes ▲ n° parcela ■ 0-15% ■ 15-35% ■ 35-60% ■ >60%		